



“APROVEITAMENTO DE ÁGUAS DE E.T.A.R. PARA ABASTECIMENTO DE CISTERNAS, AUTOTANQUES E EQUIPAMENTOS SIMILARES E REGA DE ESPAÇOS PÚBLICOS”

“O caso da Estação de Tratamento de Águas Residuais de Fernão Ferro no Concelho do Seixal”

José Alberto Ribeiro Pinheiro

Dissertação para obtenção do grau de mestre em

Engenharia do Ambiente na Área de Especialização de Tecnologias Ambientais

Orientador: Doutor Francisco Ramos Lopes Gomes da Silva

Co-Orientador: Doutora Elizabeth da Costa Neves Fernandes de Almeida Duarte

Júri:

Presidente: - Doutora Elizabeth da Costa Neves Fernandes de Almeida Duarte, Professora Catedrática do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

Vogais: - Doutor Francisco Ramos Lopes Gomes da Silva, Professor Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa;
- Doutora Rita do Amaral Fragoso;
- Mestre Carlos Pedro Oliveira Santos Trindade, Professor Adjunto Convidado da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Santarém, na qualidade de especialista.

Lisboa, 2011

Agradecimentos

Ao Instituto Superior de Agronomia, pela oportunidade de frequentar o Mestrado em Engenharia do Ambiente na área de especialização de tecnologias ambientais;

À Sr.^a Professora Doutora Elizabeth de Almeida Duarte, por ter despoletado a realização do presente curso de mestrado em horário pós-laboral, permitindo a participação de estudantes que de outra forma não poderiam participar, possibilitando aos alunos o aumento do grau de conhecimentos bem como do grau académico nesta e noutras matérias, por todo o seu apoio, disponibilidade e orientação;

Ao Sr. Prof. Francisco Gomes da Silva, pela paciência e explicações fornecidas no âmbito da Disciplina e do projeto;

À Câmara Municipal do Seixal, pela disponibilidade de fornecimento de dados e prontidão dos meios facultados na recolha de dados;

À Eng.^a Cristina Santos, da Direção de Operação da Simarsul, pela colaboração e fornecimento de dados;

À minha Esposa e Filhos, pela ajuda emocional e tempo dispendido na ajuda à realização deste trabalho;

A meu Pai, pela motivação que me deu ao longo do período escolar e principalmente durante a elaboração da presente tese;

Aos meus colegas de trabalho em geral, pela compreensão e ajuda prestada na elaboração da presente tese;

Ao Sr. Eng.^o José Grilo, meu colega, camarada de trabalho e de andanças pelo exterior, pela imediata prontidão e disponibilidade prestadas na elaboração e montagem da minha tese de mestrado;

À minha Cunhada, Dr.^a Salomé de Almeida, pelo seu valioso contributo aportado à elaboração desta tese.

RESUMO

Os recursos hídricos do planeta são limitados e geograficamente a disponibilidade não está equitativamente repartida. Apenas 1% de toda a água existente é água doce disponível e portanto suscetível de ser utilizada para o consumo humano. Para alcançar a sustentabilidade do meio ambiente, é fundamental que os recursos naturais se utilizem de forma inteligente e que se protejam os ecossistemas complexos, dos quais depende a nossa sobrevivência. A sustentabilidade não se poderá conseguir com os modelos atuais de consumo e do uso desmesurado dos recursos sendo que uma solução ante esta problemática é o uso de sistemas para armazenamento e reutilização de águas residuais tratadas.

Na presente tese o caso de estudo debruça-se sobre a demonstração da viabilidade económica na edificação, em terrenos anexos à Estação de Tratamento de Águas Residuais da Freguesia de Fernão Ferro, de uma estação de abastecimento de cisternas, autotanques, varredouras mecânicas e equipamentos similares com águas residuais tratadas aproveitando este equipamento para a realização do abastecimento de redes de rega, com águas residuais tratadas, já instaladas naquela Freguesia. Assim, e considerando que com o presente projeto se pretende aumentar a vida útil do efluente tratado, após efetuados os cálculos financeiros, na parte experimental da presente tese, conclui-se que o projeto atualmente é viável recorrendo a uma candidatura ao Quadro de Referência Estratégico Nacional, 2007/2013 (Q.R.E.N.), para obtenção de subsídio de capital a fundo perdido em 80% do volume total do investimento, sendo que os restantes 20% do investimento serão aportados pela Câmara Municipal do Seixal.

Palavras-chave: Águas residuais, Sustentabilidade do meio ambiente, Efluente tratado, Investimento, recursos, ambiente

ABSTRACT

The Earth's water resources are limited and its availability is not geographically evenly distributed. Only 1% of all existing water is fresh water and is therefore likely to be used for human consumption. To achieve environment sustainability, it is essential the protection of complex ecosystems and the wise use of natural resources; our survival could depend on this. Sustainability cannot be achieved with current models of consumption and the disproportionate use of resources. One solution to this problem is the use of systems for storage and reuse of treated wastewater.

In this thesis, the case study focuses on demonstrating the economic viability of building, on the surroundings of the Station of Wastewater Treatment at the community of Fernão Ferro, of a supplying Unit of treated wastewater to be used in tanks, pump trucks, mechanical sweepers and similar equipment, and also to supply the irrigation networks already installed in this community. Thus, considering that the present project aims to increase the life of the treated effluent, it was performed, in the experimental part of this thesis, the calculation for the study's financial feasibility; it allowed us to conclude that the project is feasible through an application of the National Strategic Reference Framework, 2007/2013 (QREN - Quadro de Referência Estratégico Nacional), that could subsidy 80% of the total investment, and the remaining 20% would be supported by the Seixal township.

Key Words: Wastewater, environment sustainability, treated effluent, investment, resources, environment.

EXTENDED ABSTRACT

The irregular distribution of water resources on the planet, along with its over-exploitation, has given rise to problems of water scarcity, which tend to be more and more serious. This has boosted the increasing demand for new water sources, particularly through the reuse of treated wastewater, the use of rainwater and desalination.

Several factors associated to this resource - like the overcrowding (overpopulation) for the year 2025 (suggesting that the world population will reach the 9,000 million habitants), the industry consuming, which is around 25% of the water reserves, the urbanization, with the consequent deforestation and rainfall reduction, the unsustainable agriculture, that consumes large amounts of fresh water, the climate change and the resulting rise in sea level increasing the risk of droughts and floods - lets us thinking that the water availability will get much worse, and will motivate serious crises, even before the water scarcity for consumption.

Considering that if the wastewater is not used, it is discharged into the natural environment, the storage systems and reuse of treated wastewater will provide us a very low cost material to be used in irrigation, cleaning pools, tanks, transport, sweepers, pump trucks, etc.. The benefits obtained with this system are numerous, and, above all, allows us to extend the life cycle of such a limited and increasingly scarce resource as water is.

Considering the high volume availability, the reuse of treated wastewater can be saw as a viable mechanism to address the problems of water shortages, since it can be used as a water resource in agriculture, industry and non-potable urban uses (Asano, 2002). In the particular case of agriculture, it is associated with the benefit of a new water source, with an important concentration of nutrients.

From a literature review, reference was made to the resources of wastewater and the main existing techniques for their treatment. A compiling of legislative policies on major water resource management was also done, particularly regarding to the discharge of treated wastewater in the receiving natural environment, as well as the analysis of the current state of wastewater reuse in the world

ÍNDICE GERAL

INTRODUÇÃO	1
1 - ORIGEM DAS ÁGUAS RESIDUAIS	3
1.1 - Ciclo “urbano” da água	3
1.2 - Águas residuais urbanas	3
1.2.1 - Componente doméstica	4
1.2.2 - Componente não doméstica	4
1.2.3 - Infiltração/escorrências	4
1.2.4 - Variação do caudal das águas residuais	5
1.2.5 - Principais características	5
2 - TRATAMENTO DAS ÁGUAS RESIDUAIS URBANAS	7
2.1 - Tratamento preliminar	7
2.2 - Tratamento primário	8
2.3 - Tratamento secundário	8
2.4 - Tratamento terciário	9
3 - UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS RESIDUAIS TRATADAS	10
3.1 - A reutilização de água no mundo	10
3.1.1 – Europa	11
3.1.2 - Médio oriente e Norte de África	12
3.1.3 – Austrália e América	14
4 – DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA RESIDUAL URBANA TRATADA	15
4.1 -Segurança	15
4.1.1 Identificação das tubagens e acessórios	15
4.1.2 Afastamentos entre tubagens	16
4.1.3 Reaparecimento de microrganismos na rede de distribuição	17

4.1.4 Filtros nos sistemas de rega	19
4.1.5 Técnicas de rega	19
4.2 -Armazenamento de águas residuais urbanas tratadas	20
4.2.1 Reservatórios abertos e fechados	20
4.2.2 Estratégias de gestão de reservatórios abertos e reservatórios fechados	20
4.2.3 Viabilidade da reutilização de águas residuais urbanas tratadas (ARUT)	22
 5 – APRESENTAÇÃO DO CASO DE ESTUDO E PROBLEMA	 23
5.1 – Descrição do funcionamento da ETAR de Fernão Ferro	24
5.2 – Resultados analíticos do efluente bruto e efluente tratado	26
 6 – CÁLCULOS E RESULTADOS	 27
6.1 – Alternativas em análise	32
6.2 – Análise da rentabilidade dos investimentos propostos para cada cenário	33
6.3 – Recomendações	40
 7 – CONCLUSÕES	 40
 8 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	 42
 9 –ANEXOS	 44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo urbano da água	3
Figura 2 – Variação característica do caudal de origem doméstica	5
Figura 3 - Índice de stress hídrico verificado para os países Europeus	12
Figura 4 - Identificação da tubagem de ARUT com vinil de cor roxa	15
Figura 5 - Caixa de válvulas e ligação rápida identificada com etiqueta, ambas de cor roxa	16
Figura 6 –Tubagem de fibrocimento para encaminhamento de ARUTcombiofilme acumulado durante10 anos	19
Figura 7 - Filtro Y e Filtro de Cesto	19
Figura 8 - Sinal internacional de proibição de beber	20

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Características das águas residuais domésticas não tratadas	6
Quadro 2 – Distância horizontal mínima entre tubagens de ARUT e água potável	16/17
Quadro 3 – Distância vertical mínima entre tubagens de ARUT e água potável	17
Quadro 4 – Parâmetros que podem influenciar o crescimento de microrganismos num sistema de distribuição de ARUT	18
Quadro 5 – Problemas associados a reservatórios abertos e fechados	20
Quadro 6 – Estratégias de gestão de reservatórios para armazenamento de ARUT	21/22
Quadro 7 – Estratégias de gestão de reservatórios para armazenamento de ARUT (continuação)	22
Quadro 8 - Características do Afluente à ETAR de Fernão Ferro - Ano 2010	26
Quadro 9 – Valores de emissão na descarga de águas residuais em meio natural durante o ano de 2010.	26

Quadro 10 – Valores limite de emissão na descarga de águas residuais em meio natural	27
Quadro 11 – Volumes e custos da água potável utilizados na limpeza mecânica e lavagem de ruas do Concelho do Seixal	28
Quadro 12 – Tempos de abastecimento dos diferentes equipamentos	29
Quadro 13 – Características e consumos energéticos dos sistemas de bombagem e pressurização. Encargos com manutenção e receitas da Taxa Municipal de infraestruturas.	30
Quadro 14 – Resumo dos principais capítulos da obra de edificação da estação de abastecimento de cisternas	31
Quadro 15 – Síntese de dados referentes às varias alternativas	32
Quadro 16 –Cashflow antes do financiamento da 1ª alternativa em análise	34
Quadro 16 –Cashflow após financiamento da 1ª alternativa em análise	35
Quadro 17 –Cashflow antes do financiamento da 2ª alternativa em análise	36
Quadro 19 –Cashflow após financiamento da 2ª alternativa em análise	37
Quadro 20 –Cashflow antes do financiamento da 3ª alternativa em análise	38
Quadro 21 –Cashflow após financiamento da 3ª alternativa em análise	39
Quadro 22 – Períodos de recuperação das diferentes alternativas em análise	40

INTRODUÇÃO

A irregular distribuição dos recursos hídricos no planeta, aliada à sua sobre-exploração, tem dado origem, a problemas de escassez de água, que se tendem a agravar (Asano, 2002). Esta situação tem impulsionado a crescente procura de novas fontes de água, sobretudo através da reutilização de águas residuais tratadas, do aproveitamento da água das chuvas e da dessalinização.

Múltiplos fatores associados a este recurso, tais como, o super povoamento para o ano de 2025 em que se prevê que a população seja de aproximadamente 9.000 milhões de habitantes, a indústria que consome quase 25% das reservas, a urbanização, com a consequente desflorestação, implicando uma redução nas precipitações, a agricultura insustentável que consome grandes quantidades de água, a alteração climática, que está a provocar uma subida do nível do mar e aumentando o perigo de secas e inundações, fazem pensar que a situação pode piorar muito, provocando graves crises antes da escassez da água para o consumo

A reutilização das águas residuais tratadas poderá assumir-se como mecanismo viável de resposta aos problemas de escassez de água, devido à existência de elevados volumes disponíveis, que podem ser utilizados como um recurso hídrico na agricultura, na indústria e em usos urbanos não potáveis (Asano, 2002). No caso particular da agricultura associam-se o benefício de uma nova fonte de água, com uma importante fonte de nutrientes.

Na presente tese o caso de estudo debruça-se sobre a demonstração da viabilidade económica na edificação, em terrenos anexos à Estação de Tratamento de Águas Residuais da Freguesia de Fernão Ferro, de uma estação de abastecimento de cisternas, autotanques, varredoras mecânicas e equipamentos similares com águas residuais tratadas aproveitando este equipamento para a realização do abastecimento de redes de rega, com águas residuais tratadas, já instaladas naquela Freguesia. Assim, e considerando que com o presente projeto se pretende aumentar a vida útil do efluente tratado pelo que se considera amigo do ambiente, após efetuados os cálculos financeiros, na parte experimental da presente tese, conclui-se que o projeto atualmente é viável recorrendo a uma candidatura ao Quadro de Referência Estratégico Nacional, 2007/2013 (Q.R.E.N.), para obtenção de subsidio de capital a fundo perdido em 80% do volume total do investimento preconizado no projeto, sendo que os restantes 20% do investimento serão aportados pela Câmara Municipal do Seixal a qual implementará, como suporte financeiro auxiliar, um aumento em 3% das

receitas provenientes da taxa de Manutenção de Infra-estruturas Municipais o qual deixará de ter efeitos após a retoma financeira do projeto implementado.

A partir de uma revisão bibliográfica, foi feita referência à origem das águas residuais e às principais técnicas existentes para o seu tratamento. Apresentou-se também uma compilação legislativa sobre as principais políticas de gestão de recursos hídricos, nomeadamente ao nível da descarga de águas residuais tratadas no meio receptor natural, bem como a análise da situação actual da reutilização das águas residuais no mundo.

Assim, está esta tese de mestrado composta por um primeiro capítulo que trata da origem das águas residuais onde se faz uma abordagem das suas componentes, caudais e características. No segundo capítulo é feita uma síntese dos principais tratamentos efetuados nas Estações de Tratamento de Águas Residuais. A utilização das águas residuais tratadas em Portugal e em algumas partes do mundo é abordada no terceiro capítulo. No quarto capítulo são tratados alguns aspectos relacionados com a distribuição, segurança e armazenamento de águas residuais tratadas. A apresentação do caso de estudo encontra-se no quinto capítulo onde se faz uma descrição do funcionamento e dos resultados dos efluentes da ETAR de Fernão Ferro no Concelho do Seixal. No sexto capítulo apresentam-se os cálculos e resultados referentes a esta tese. As conclusões estão apresentadas no capítulo sétimo. Termina esta tese com os capítulos oitavo e nono nos quais se trata das referências bibliográficas e dos anexos.

1 - ORIGEM DAS ÁGUAS RESIDUAIS

1.1 - Ciclo “urbano” da água

O Homem, através da utilização que faz da água, tem ao longo do tempo alterado alguns mecanismos básicos do ciclo hidrológico, tendo surgido como resultado desta acção, o conceito de o ciclo “urbano” da água (Figura 1). Este está associado à captação de água (superficialmente ou em profundidade), ao seu tratamento em estações de tratamento de água (ETA) e à sua distribuição aos vários utilizadores, nomeadamente zonas habitacionais, comércio, serviços e indústria (Marques e Sousa, 2007).

As águas residuais resultam das várias utilizações da água para consumo humano, podendo ser classificadas como domésticas ou industriais, de acordo com as diferentes utilizações que lhes deram origem (Levy, 2008).

A qualidade da água altera-se após a sua utilização, exigindo as águas residuais, dadas as suas características, um tratamento adequado em estações de tratamento das águas residuais (ETAR), com vista à recuperação, pelo menos parcial, dos padrões iniciais de qualidade. Sendo a posterior descarga no meio receptor natural causadora de uma menor perturbação em termos ambientais, permitindo que este regenere naturalmente a qualidade inicial do recurso hídrico (Marques e Sousa, 2007).

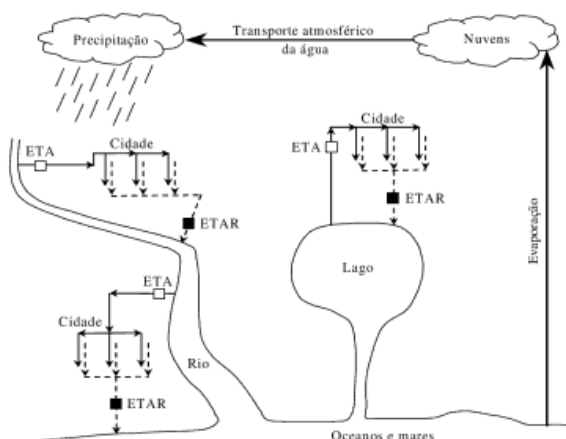


Figura 1- Ciclo urbano da água
(Fonte: Marques e Sousa, 2007)

1.2 - Águas residuais urbanas

O “uso” e o “consumo” de água são considerados os elementos chave para a definição do conceito de água residual (Sincero e Sincero, 2002), sendo a análise da sua origem feita em termos quantitativos (caudais) e qualitativos (características físicas, químicas e biológicas), (Liu e Lipták, 2000).

Segundo Butler e Davies (2004), as águas residuais são originadas a partir de vários fluxos, nomeadamente de origem doméstica, não doméstica (comercial ou industrial) e infiltração/escorrências, existindo uma série de factores que os poderão condicionar, tais como: localização (condições climáticas, disponibilidade e características da água e o consumo doméstico *per capita*), hábitos alimentares; presença de comércio e indústrias, tipo de sistemas colectores (separativos ou combinados) e condições dos mesmos.

1.2.1 - Componente doméstica

As águas residuais domésticas são geradas nas áreas residenciais, podendo também ter uma contribuição de outras origens, nomeadamente escolas, hospitais e centros de lazer (Butler e Davies, 2004). O caudal relativo a esta componente é normalmente normalizado e expresso em litros por habitante por dia (Sincero e Sincero, 2002). Este é afectado pelo consumo variável de água, que por sua vez está dependente dos comportamentos e hábitos humanos, sendo evidente a relação entre o consumo de água pelas populações e a produção de águas residuais, sobretudo em termos da sua variação ao longo do tempo (Butler e Davies, 2004).

1.2.2 - Componente não doméstica

A componente comercial engloba as águas residuais produzidas em lojas, serviços, pequenas unidades industriais e estabelecimentos comerciais, como cafés, restaurantes, espaços públicos e hotéis (fluxo permanente) e também as águas residuais produzidas a partir de actividades recreativas (fluxo sazonal), (Sincero e Sincero, 2002). A necessidade de uso da água nesta componente é gerada pela ingestão de água, lavagens e usos sanitários, com padrões diferentes, relativamente aos verificados para o uso doméstico, resultando dos usos sanitários a maior parte do volume de águas residuais produzido (Butler e Davies, 2004).

A componente industrial pode, em algumas situações, ter uma expressão significativa nas características das águas residuais, sendo a sua caracterização um processo complexo, dada a vasta gama de indústrias existentes. Os efluentes de origem industrial resultam essencialmente da utilização da água em sanitários, no processo industrial, na limpeza e na refrigeração. A variação do valor do caudal industrial está também dependente do período de laboração da indústria, bem como da sua sazonalidade (agro-indústrias). Outros factores que podem também afectar esta componente são a dimensão da indústria, a disponibilidade e custo da água e o nível de tratamento dos seus efluentes (Butler e Davies, 2004).

1.2.3 - Infiltração/escorrências

Estas componentes não são propriamente consideradas descargas, ocorrendo em consequência da existência das redes de drenagem, sendo definidas como a água que influi no sistema de uma forma direta ou indireta. A infiltração ocorre através da entrada de água subterrânea, por ruturas ou fissuras no sistema de drenagem. As escorrências resultam das águas que influem aos sistemas de drenagem de uma forma não controlada, em qualquer ponto da rede

que permita a sua entrada, o que acontece normalmente após os fenómenos precipitação (Butler e Davies, 2004)

1.2.4 - Variação do caudal das águas residuais

Um dos aspetos fundamentais na conceção das ETAR consiste na determinação precisa do comportamento dos caudais das águas residuais influentes (Sincero e Sincero, 2002). Em termos hidráulicos a variação do caudal das águas residuais é visível diariamente, semanalmente, mensalmente e anualmente.

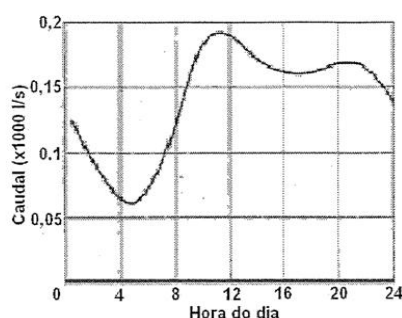


Figura 2 - Variação característica do caudal de origem doméstica

(Fonte: Metcalf e Eddy, 2003)

Em termos diários (Figura 2), os valores mais baixos do caudal ocorrem durante a madrugada, quando o consumo de água é mais reduzido, sendo o caudal afetado pela componente infiltração e por uma pequena componente proveniente dos usos sanitários. O primeiro pico ocorre geralmente ao final da manhã, quando as águas residuais resultantes dos maiores consumos de água verificados no início da manhã atingem as ETAR, ocorrendo um segundo pico normalmente ao início da noite, entre as 19 e as 21 horas. No entanto, esta variação está bastante dependente da dimensão do local em estudo e da extensão da rede de drenagem das águas residuais (Metcalf e Eddy, 2003).

1.2.5 - Principais características

As águas residuais são geralmente definidas, de acordo com as suas características físicas, químicas e biológicas. Quanto às características físicas, estas englobam a cor, cheiro, temperatura, sólidos, turbidez, óleos e gorduras. As características químicas, relacionadas com a matéria orgânica presente na água residual são a carência bioquímica de oxigénio (CBO), carência química de oxigénio (CQO) e a carência teórica total de oxigénio (CTO). No que diz respeito às características químicas inorgânicas temos a salinidade, dureza, pH, acidez, alcalinidade, ferro,

manganês, cloretos, sulfatos, sulfitos, mercúrio, chumbo, crômio, cobre, zinco, azoto amoniacal, nitritos, nitratos e fósforo. Existem ainda os parâmetros microbiológicos, tais como os coliformes, totais e fecais, *estreptococcus*, patogênicos específicos e vírus (Liu e Lipták, 2000). São apresentadas no Quadro 1 as principais características das águas residuais, concretamente as águas residuais domésticas.

Quadro 1 - Características das águas residuais domésticas não tratadas (Metcalf e Eddy, 2003).

PARÂMETROS	UNIDADES	CONCENTRAÇÃO		
		FRACA	MÉDIA	FORTE
Sólidos totais (ST)	mg L-1	350	720	1200
Sólidos dissolvidos totais	mg L-1	250	500	850
Sólidos dissolvidos fixos	mg L-1	145	300	525
Sólidos dissolvidos voláteis	mg L-1	105	200	325
Sólidos suspensos (SS)	mg L-1	100	220	350
Sólidos suspensos fixos	mg L-1	20	55	75
Sólidos suspensos voláteis	mg L-1	80	165	275
Sólidos sedimentáveis	mg L-1	5	10	20
Carência bioquímica de oxigénio, 5 dias 20° C (CBO5)	mg L-1	110	220	400
Carbono orgânico total (TOC)	mg L-1	80	160	
Carência química de oxigénio (CQO)	mg L-1	250	500	1000
Azoto total	mg L-1	20	40	85
Azoto orgânico	mg L-1	8	15	35
Azoto amoniacal	mg L-1	12	25	50
Nitritos	mg L-1	0	0	0
Nitratos	mg L-1	0	0	0
Fósforo total	mg L-1	4	8	15
Fósforo orgânico	mg L-1	1	3	5
Fósforo inorgânico	mg L-1	3	5	10
Cloretos	mg L-1	30	50	100
Sulfatos	mg L-1	20	30	50
Alcalinidade (em CaCO3)	mg L-1	50	100	200
Gorduras	mg L-1	50	100	150
Coliformes fecais	Nº 100 mL-1	106-107	107-108	107-109
Compostos orgânicos voláteis (COV)	µg L-1	<100	100-400	>400

2 - TRATAMENTO DAS ÁGUAS RESIDUAIS URBANAS

Neste ponto serão referidas as principais técnicas utilizadas no tratamento das águas residuais, sendo descritos de uma forma mais pormenorizada as técnicas que apresentam maior interesse, de acordo com o sistema de tratamento implementado na ETAR estudada neste trabalho.

O tratamento das águas residuais poderá ser efetuado por processos de natureza física, química e biológica, estando dividido e organizado em diversas operações que estabelecem os vários níveis de tratamento: preliminar, primário, secundário, terciário e tratamento da fase sólida (Metcalf e Eddy, 2003). Existe assim, uma fase líquida, onde se processa o tratamento do efluente, e uma fase sólida, a partir da qual se tratam os subprodutos do tratamento da fase líquida (Pereira, 2008).

2.1 - Tratamento preliminar

Na primeira etapa de tratamento estão incluídas as operações de gradagem, desarenação e remoção de gorduras, tendo estas como principal finalidade a proteção dos sistemas mecânicos das ETAR e evitar interferências operacionais provocadas por objetos, que são normalmente arrastados pelas águas residuais (Liu e Lipták, 2000).

A gradagem consiste na passagem do efluente num canal onde estão colocadas uma ou mais grades de diferentes tamanhos, que retêm os materiais grosseiros. Nesta operação, a limpeza regular das grades é um aspeto bastante importante, sendo esta efetuada manual ou mecanicamente. Os gradados, materiais sólidos recolhidos pelas grades, são o primeiro subproduto gerado pelo tratamento das águas residuais, tendo geralmente como destino final a deposição em aterro sanitário (Metcalf e Eddy, 2003).

A remoção das areias presentes nas águas residuais, desarenação, processa-se após a gradagem. A areia removida é constituída por material inorgânico como, areia (propriamente dita), escórias, pedras, cascalho, filtros de cigarro, fragmentos metálicos, pedaços de vidro e também algum material orgânico como conchas, ossos, espinhas e restos de comida. O processo de remoção das areias é feito por sedimentação, através de um desarenador (com ou sem arejamento ou de vortéx), sendo posteriormente conduzidas para um classificador de areias, onde se processa a sua lavagem, remoção da matéria orgânica existente e a redução do teor de humidade. Após o armazenamento em contentores, as areias são encaminhadas para destino final, que poderá incluir a deposição em aterro ou valorização (Pereira, 2008).

Os óleos e gorduras formam geralmente películas superficiais, que dificultam as trocas gasosas, condicionando a atividade das bactérias e microrganismos responsáveis pelo tratamento biológico e sobretudo a qualidade do efluente final descarregado no meio recetor natural. Por isso, está normalmente associada ao processo de desarenação, a remoção de óleos e gorduras, sendo

estes encaminhados para tratamento apropriado, dada a sua resistência à degradação por via biológica (Pereira, 2008).

Nesta fase do tratamento está normalmente instalada, uma bacia ou tanque de equalização/homogeneização, que tem como principal objetivo o controlo das variações de carga e caudal dos influentes. Como a medição dos caudais é um aspeto extremamente importante para a gestão das ETAR, são normalmente colocados medidores de caudal na fase inicial do tratamento. Existe ainda um sistema de “by-pass”, que permite a condução do efluente para uma linha de água alternativa, se o caudal foi superior ao dimensionado ou em caso de inatividade da ETAR (Qasim, 1999).

2.2 - Tratamento primário

A etapa seguinte de tratamento refere-se ao tratamento primário, que é feito através de uma sedimentação gravítica num decantador, promovendo a remoção de sólidos suspensos orgânicos e inorgânicos e a recolha à superfície de escumas e materiais que flutam (óleos e gorduras) por meio de raspadores. A decantação primária permite normalmente uma remoção média de 50-70% dos sólidos suspensos e 25-40% da carência bioquímica de oxigénio (Metcalf e Eddy, 2003).

O efluente clarificado resultante deste processo, segue para o tratamento secundário, e os sólidos removidos geram uma lama, denominada lama primária (Tillman, 1992).

O tratamento primário pode ocasionalmente ser beneficiado, através de uma filtração prévia antes da decantação ou quimicamente pela adição de agentes coagulantes, que favorecem o processo de decantação (Tillman, 1992).

2.3 - Tratamento secundário

Após a decantação primária a carga do efluente em termos de CBO5 (carência bioquímica de oxigénio) e em SST (sólidos suspensos totais) ainda é normalmente elevada, tendo o tratamento secundário como o principal objetivo, a redução dessa carga poluente.

Entre os vários processos disponíveis para o tratamento secundário das águas residuais, os de natureza biológica são os mais utilizados, nomeadamente os filtros percoladores, as lamas ativadas e as lagoas de oxidação. Como as águas residuais contêm uma elevada componente biodegradável, esta poderá ser degradada biologicamente através de processos de oxidação, com posterior captura e incorporação dos sólidos suspensos num floco biológico sedimentável. Existe ainda, a possibilidade de remoção de alguns nutrientes, potenciais causadores de fenómenos de eutrofização (azoto e fósforo), e também de alguns metais pesados (Metcalf e Eddy, 2003).

Os processos biológicos destinados ao tratamento das águas residuais podem classificar-se em processos de biomassa fixa e de biomassa suspensa.

Nos processos de biomassa fixa, os microrganismos aderem a um meio de suporte, de composição variável (pedra, areia, material sintético, etc), com uma área e ventilação suficiente para o seu crescimento (biofiltros, leitos percoladores e biodiscos), (Duarte, 2005).

Como processos de biomassa suspensa existem as lagoas de oxidação (aeróbias, anaeróbias e facultativas) e os sistemas de lamas ativadas. Embora as lagoas de oxidação tenham sido bastante utilizadas no tratamento de águas residuais de pequenos aglomerados populacionais, atualmente esta designação é atribuída a todo o tipo de lagoas. As lamas ativadas são o processo de biomassa suspensa mais utilizado, permitindo uma eficiência de remoção de 90-95% da carga poluente da água residual. Sendo um processo biológico aeróbio, onde ocorre a mistura por agitação e arejamento da água residual com a biomassa (microrganismos), dando origem à formação de uma lama biológica, que é posteriormente separada da fase líquida por decantação (decantação secundária). Parte dessa lama é recirculada para o tanque de arejamento, de forma a manter elevada a concentração de microrganismos responsáveis pela degradação da matéria orgânica presente na água residual (Duarte, 2005). O arejamento do licor misto (água residual + biomassa microbiana) é efetuado artificialmente por períodos médios de 4 a 6 horas, onde são fornecidos aproximadamente 8m³ de ar, por cada m³ de água residual que entra no tanque de arejamento. Este tem como objetivo, promover o crescimento microbiológico, a respiração endógena e a homogeneização do reator aeróbio (Lin e Lee 2007).

Após a decantação das lamas no decantador secundário, o excesso de lamas biológicas é removido através de bombas e encaminhado para posterior tratamento da fase sólida (Metcalf e Eddy, 2003).

2.4 - Tratamento terciário

O tratamento terciário é uma etapa adicional do processo de tratamento sendo executado como medida de proteção adicional do ambiente, antes da descarga das águas residuais tratadas no meio recetor natural. É também, habitualmente utilizado quando o aproveitamento da água residual tratada tiver por objetivo a sua reutilização, nomeadamente para rega (culturas agrícolas, jardins e campos de golfe), para fins recreativos e para consumo humano (Maier *et al.*, 2009).

De acordo com o objetivo de qualidade pretendido, são vários os processos de tratamento terciário disponíveis. Se o objetivo for a remoção ou inativação de patogénicos, por questões de saúde pública, ou para reutilização da água residual, a desinfecção poderá ser feita através de cloragem, ozonização ou radiação UV. Os processos de precipitação química e de tratamento biológico são normalmente utilizados, quando se tem como objetivo a remoção de nutrientes (principalmente azoto e fósforo), (Metcalf e Eddy, 2003).

Existem também uma série de tecnologias que, embora possam ter alguns condicionalismos em termos de custos de instalação, têm dado bastantes garantias de qualidade final da água residual tratada com vista à reutilização, tais como: coagulação e decantação; filtração; membranas; adsorção sobre carvão ativado; osmose inversa; oxidação avançada; troca iónica e “*airstripping*” (Metcalf e Eddy, 2003).

3 – UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS RESIDUAIS TRATADAS.

A escassez de água associada ao fornecimento inadequado e à deterioração da sua qualidade têm vindo a constituir um dos problemas mais sérios para municípios, indústrias, agricultura e para o ambiente em diferentes partes do mundo (Asano, 2002). Com efeito, fatores como o contínuo aumento populacional, a seca, a depleção e contaminação de águas superficiais e subterrâneas ou a distribuição irregular dos recursos hídricos têm colocado problemas ao nível do abastecimento de água em quantidade e qualidade, e têm incentivado a procura de fontes alternativas de água (Asano, 2002). A reutilização de água residual tratada surge neste contexto como uma possível resposta a estes problemas, ao encarar os efluentes tratados como um recurso hídrico passível de ser utilizado benéficamente (Asano, 2002) e ao permitir, simultaneamente, uma economia de água doce, aumentando a disponibilidade de recursos hídricos para finalidades que requerem padrões de qualidade mais exigentes, como o abastecimento domiciliário e o abastecimento à indústria (Marecos do Monte, 2001). Uma das possíveis utilizações de água residual tratada é na agricultura de regadio, uma vez que esta atividade é altamente consumidora de água e os requisitos de qualidade da água são normalmente mais fáceis de atingir (Angelakiset al., 1999). Embora esta prática remonte à antiguidade, foi com o desenvolvimento dos sistemas de saneamento e a perceção das propriedades benéficas das águas residuais para a rega (e.g. matéria orgânica, nutrientes), aliada à necessidade de obtenção de água a baixo custo, que esta prática se expandiu e generalizou (Angelakiset al., 1999).

Em Portugal, a utilização de águas residuais depuradas não é uma prática tradicional, tanto mais que até 1974 o tratamento de águas residuais no país era praticamente inexistente (Costa, 2003). Atualmente, a utilização de águas residuais é já uma atividade usual, embora esta se limite, quase exclusivamente, à agricultura e à rega de espaços verdes (Beltrão, 2002). Contudo, o potencial desta prática no nosso país é enorme, tal como sublinham Angelakiset al. (1999) ao referir que o volume estimado de águas residuais tratadas descarregadas no ano 2000 em Portugal seria suficiente para suprir 10% das necessidades de água para rega num ano seco sem necessidade de armazenamento sazonal.

3.1 - A reutilização de água no Mundo

A escassez de água com qualidade para os vários usos deu origem à necessidade de encontrar recursos alternativos. Por outro lado, a exigência crescente no que respeita à qualidade dos efluentes a descarregar, justifica a definição de estratégias de utilização de água residual tratada.

Deste modo a reutilização de água no Mundo tem como causas alguns fatores, nomeadamente, o aumento da procura de água de modo a sustentar quer o crescimento da população quer o crescimento industrial, sendo este o fator mais evidente nos países áridos, ou nas regiões em vias de desenvolvimento ou países em transição, sem problemas de escassez de

água, a escassez de água e secas, principalmente em regiões áridas e semiáridas, sendo neste caso, a recuperação de água vital e uma medida de prevenção contra a seca, assegurando as atividades económicas e agrícolas, a proteção ambiental em combinação com a necessidade de gestão das águas residuais representa um fator emergente na generalidade dos países industrializados. Em zonas onde as leis de descarga de efluentes são mais restritas, como na Europa, EUA, Austrália e na África do Sul, a utilização de águas residuais surge como uma alternativa competitiva para tratamentos mais avançados, quer do ponto de vista ambiental como económico;

Os fatores socioeconómicos tais como novos regulamentos, as preocupações a nível da saúde, as políticas públicas e os incentivos económicos têm vindo a revelar-se bastante importantes para a implementação de projetos de reutilização de água. Por exemplo, o aumento do custo da água para consumo público nos países desenvolvidos (desde que garanta o princípio do valor social da água) pode vir a promover a implementação da utilização de águas residuais.

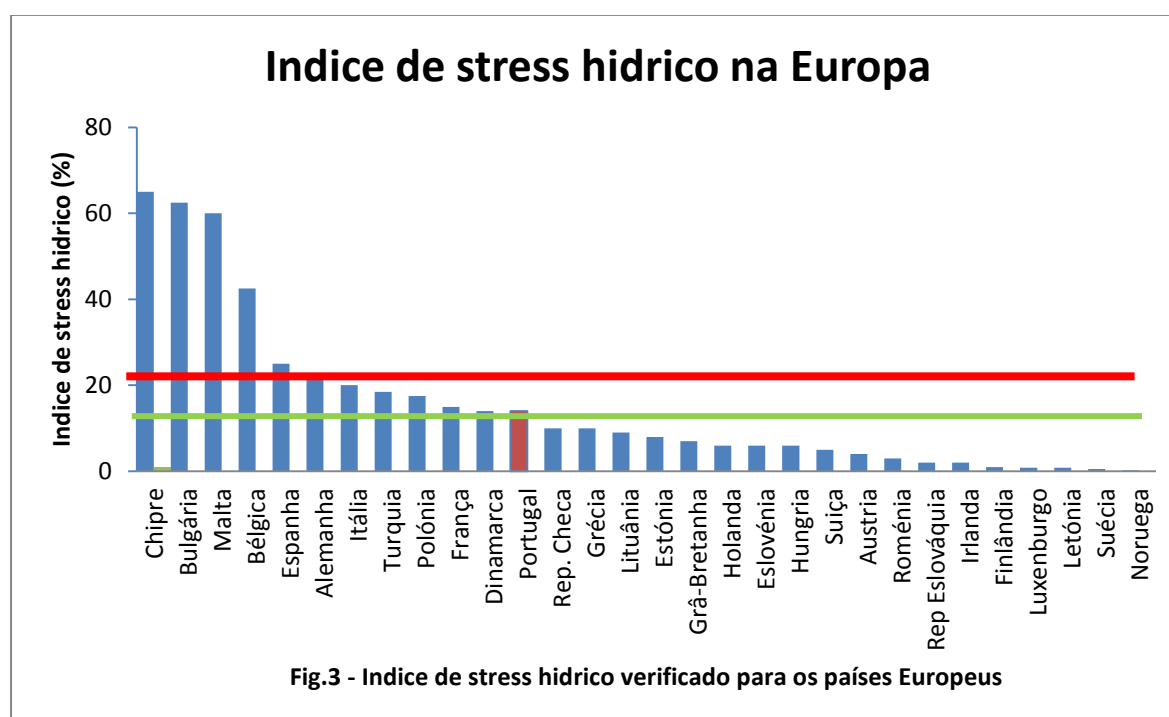
A proteção da saúde pública é o fator mais importante nos países em vias de desenvolvimento, onde o difícil acesso a fontes de água para consumo público nas zonas rurais juntamente com o acesso facilitado ao mercado da água nas áreas urbanas e periferia, leva a que sejam utilizadas na agricultura águas residuais não tratadas. A proteção da saúde pública e a mitigação dos riscos ambientais são as componentes-chave para qualquer programa de reutilização de águas.

3.1.1 – Europa

A Europa é detentora de recursos hídricos em abundância quando comparada com outras regiões do Mundo. Por esta razão, a água foi considerada durante muito tempo um recurso inesgotável. Esta opinião tem vindo contudo a mudar nas últimas décadas devido ao aumento do stress hídrico, indicador de escassez (sobre-exploração de aquíferos, secas em rios,...) e deterioração da qualidade da água (intrusão salina, eutrofização, poluição através de matéria orgânica,...).

O índice de stress hídrico é calculado através da razão entre a necessidade de água de um país e a capacidade de regeneração total dos recursos hídricos do mesmo. Considera-se que um país se encontra em stress hídrico alto para índices superiores a 20%, ou seja, quando as necessidades de água de um país são superiores a 20% da capacidade de regeneração total dos recursos hídricos. Neste caso é necessário reunir esforços para equilibrar o consumo e a procura da água, assim como resolver os conflitos entre a prioridade de utilização de água para diferentes usos. Para índices inferiores a 10%, o stress hídrico é considerado baixo. Os países que apresentam valores entre 10% e 20% indicam que os mesmos se encontram em stress hídrico médio, a disponibilidade de água representa um obstáculo ao desenvolvimento, sendo necessário nestes casos investimentos significativos de modo a suprir as necessidades de água.

Praticamente metade dos países europeus está em situação de stress hídrico médio ou alto, o que representa cerca de 70% da população europeia. A Figura 3 ordena os países, de forma decrescente, de acordo com o seu índice de stress hídrico. A reta vermelha estabelece o patamar acima do qual os países se encontram em stress hídrico alto ($> 20\%$) e a reta verde estabelece o patamar abaixo do qual os países se encontram em stress hídrico baixo ($< 10\%$).



Origem: Santos, Maria Margarida, reutilização de águas residuais urbanas tratadas

3.1.2 – Médio oriente e norte de áfrica

Em países localizados em regiões áridas ou semiáridas, muitos dos quais situados no Médio Oriente e no Norte de África, as águas residuais tratadas são já a única fonte de água disponível para a agricultura, para a indústria e para usos urbanos não potáveis.

A principal preocupação na reutilização de água é o impacto na saúde da população em geral e em particular dos trabalhadores agrícolas. O impacto na produtividade e nos mercados de exportação do produto, assim como o impacto ambiental no solo e na água são também preocupações acrescidas. As características da gestão das águas residuais e os sistemas de reutilização de água são diferentes de país para país e são dependentes da situação económica existente em cada local.

Os sistemas de reutilização de água variam bastante consoante o local. Em alguns países do Golfo Pérsico as águas residuais são alvo de tratamentos bastante avançados. Por exemplo em Omã, onde a taxa de evaporação é mais elevada que a precipitação anual, tem sido efetuada a dessalinização da água para aplicações domésticas. Desde 1987 cerca de 90% da água residual

tratada tem vindo a ser aplicada na rega gota-a-gota de plantações de árvores. Estima-se que de futuro a rede de água residual tratada consiga cobrir uma área de rega de cerca de 5.600 hectares. A Arábia Saudita é presentemente o maior produtor mundial de água dessalinizada, que cobre 70% das necessidades. Desde 1985 que tem vindo a ser posto em prática um Plano Nacional da Água, que prevê a conservação da água, uma maior coordenação entre as políticas agrícola e da água, o uso intensivo de águas recuperadas e águas superficiais, e uma melhor coordenação do fornecimento e da distribuição.

Na Síria a agricultura é dos sectores económicos mais importantes, empregando mais de 27% da população ativa, pelo que sob condições climáticas agressivas, é dada prioridade à rega de culturas. A área a regar é de 1,2 milhões de hectares, onde 61% da água provém de reservas subterrâneas e a restante de reservas superficiais. Nas zonas envolventes das cidades, a disponibilidade de água com qualidade tem vindo a diminuir, o que tem levado os agricultores a utilizarem água não tratada. Apesar de tudo esta água é geralmente misturada com água de boa qualidade e utilizada para rega de árvores e culturas forrageiras. Em Israel, a profunda escassez de água de qualidade em quase todo o país levou ao desenvolvimento de um sistema nacional integrado de gestão dos recursos hídricos. Existem cerca de 200 reservatórios que armazenam a água residual tratada durante o Inverno, para depois ser utilizada na rega durante os meses de Verão. A reutilização de água representa 10% da totalidade das reservas de água do país e quase 20% da reserva de água para rega. Aproximadamente 70% das águas residuais urbanas são recuperadas, tratadas e utilizadas na rega.

A Tunísia enfrenta graves problemas de escassez de água e os crescentes consumos doméstico e industrial poderão, de acordo com estudos recentes, provocar um decréscimo significativo nas reservas de água disponíveis para a agricultura. Para prevenir esta situação têm vindo a ser construídas infraestruturas (poços, barragens, lagos...). Atualmente a aplicação de águas recuperadas na agricultura tem vindo a ser feita apenas nos meses da Primavera e Verão (cerca de 35 Milhões de m³/ano). Em Marrocos, apesar da proximidade ao Oceano Atlântico, o clima é considerado árido a semiárido. A maior parte da água residual produzida nas cidades do interior é reutilizada para rega, a maioria das vezes sem ser tratada ou sofrendo um tratamento insuficiente.

Atualmente o maior projeto de reutilização de água encontra-se implementado próximo da cidade de Rabat, na rega de um campo de golfe durante o Verão (1.000 m³/dia). Atualmente o país não tem linhas de orientação para a reutilização de água, servindo-se das linhas de orientação da Organização Mundial de Saúde como referência.

A maioria dos países do Médio Oriente e Norte de África já reconhecem a importância crescente das águas residuais no equilíbrio global da água e como uma intervenção prática na melhoria da gestão da água. Os países em condições mais críticas têm de desenvolver a sua

capacidade de tratamento de águas residuais, que envolve custos significativos, muitas vezes fora do alcance das pequenas comunidades e até mesmo de alguns países.

3.1.3 – Austrália e América

Austrália tem uma legislação, economia e o clima semelhantes aos países das zonas costeiras do sul da Europa. O governo implementou recentemente uma estratégia para a gestão de bacias hidrográficas e está a promover ativamente a reutilização da água devido tanto a questões ambientais, como económicas e sociais. As zonas da Austrália com clima mediterrânico definiram metas de 20% para a utilização de águas residuais tratadas até 2012 e as regiões áridas definiram metas de 50% a 100%. A recuperação das águas pluviais é uma prática comum e diminui as escorrências.

Existem alguns projetos em curso atualmente:

- MawsonLakes: criação de um sistema de recuperação de água (pluviais e residuais), quediminua a procura de água para consumo humano em 50% (rega de zonas exteriores,domésticas e municipais);
- Aurora: águas residuais tratadas para aplicações que não sejam o consumo humano, demodo a que a procura de água para consumo humano diminua em 70%;
- Virginia Project: rega de culturas hortícolas, incluindo as que podem ser consumidas em cru,com águas residuais tratadas.

A América do Norte, mais concretamente os Estados Unidos da América, têm vasta experiência noque diz respeito à reutilização de água. Os Estados do Sul do país (Califórnia, Florida, Arizona eTexas) são frequentemente afetados por secas, tendo como principal fonte de água o rio Colorado.O Estado da Califórnia foi o pioneiro na reutilização de água, desde 1919. A partir de 1960, com baseno regulamento CaliforniaTitle 22 que ainda hoje está em vigor, conseguiu estabelecer parâmetrosbastante restritivos, contribuindo para a proteção da saúde pública (risco zero). Nos últimos 15 anos,a Florida passou a ser, juntamente com a Califórnia, o líder nacional em reutilização de água. No ano2001 a água recuperada foi utilizada para regar 122.382 residências, 419 campos de golfe, 405parques e 188 escolas. A rega destas áreas acessíveis ao público representou cerca de 44 % do totalde água reutilizada. No Estado do Texas existem 190 aplicações de reutilização de água em 115municípios, sendo o volume de reutilização de aproximadamente 600 Milhões de m3/dia. Asaplicações são essencialmente em rega de campos de golfe e águas de arrefecimento na indústria.

Na agricultura os agricultores optaram por escolher sistemas de rega mais eficientes, passando desistemas de irrigação de alta pressão (60% a 70% de eficiência), para sistemas de baixa pressãoonde a eficiência do sistema passa para 80%.

Na América Latina, as águas residuais tratadas são utilizadas em projetos agrícolas de pequenaescala e, em particular, pelos hotéis em aplicações essencialmente de rega. No Chile,

220L/s de água residual são utilizados para rega na região do deserto de Antofagasta. No Brasil, as cidades, as indústrias e os agricultores estão a apostar em projetos de reutilização de água. A utilização de água para consumo humano em aplicações públicas e privadas, processos industriais e rega de culturas, jardins, campos desportivos e espaços verdes está a ser substituída por águas residuais tratadas.

Em Lima, no Peru, é praticada a reutilização de águas residuais para rega agrícola e fins aquícolas. Na Argentina, são utilizados sistemas naturais para o tratamento de águas residuais. Nesses casos, existe um incentivo económico para a reutilização de águas residuais aplicadas à reflorestação, à agricultura, a pastagens e à conservação da água. No México, existem projetos de reutilização em grande escala para a rega de parques recreativos e para a criação de lagos.

4 - DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA RESIDUAL URBANA TRATADA

A conceção de um sistema de distribuição de ARUT será muito semelhante ao de uma rede de distribuição de água para consumo humano. Todos os materiais e equipamentos devem ser identificados de forma clara ou até, se possível, devem ser utilizados materiais diferentes para uma melhor distinção.

4.1 Segurança

Os sistemas de gestão da distribuição de água recuperada devem definir medidas de segurança exigentes de modo a ser salvaguardada a saúde pública. A principal preocupação, quer em fase de projeto, quer em fase de construção ou de operação do sistema de abastecimento de ARUT, deverá ser a garantia da não existência, em caso algum, de ligações cruzadas quer com a rede de água potável como com a rede de drenagem de águas residuais. Outra preocupação a ter consiste em prevenir o uso indevido ou inadvertido de ARUT como se de água para consumo humano se tratasse.

4.1.1 Identificação das tubagens e acessórios

Todas as tubagens e acessórios dos sistemas de abastecimento de ARUT devem ser identificados de forma clara e sem ambiguidades ao longo de todo o sistema. A identificação deve ser realizada utilizando uma única cor, etiquetagem e marcação (Fig.4).

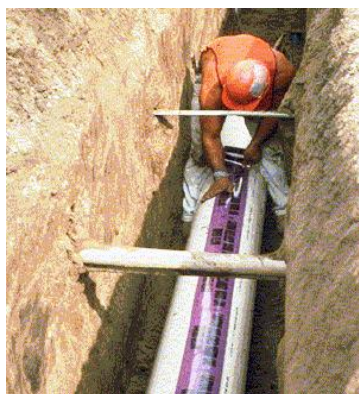


Fig.4 – Identificação da tubagem de ARUT com vinil de cor roxa

Todos os dispositivos de fecho de câmaras de válvulas, num sistema de abastecimento de ARUT, devem ter um formato que não seja compatível com outros dispositivos dos sistemas de abastecimento de água para consumo humano ou de drenagem de águas residuais. Devem ainda conter uma inscrição moldada na superfície da tampa, assim como uma cor consistente com o código adotado (Fig.5)

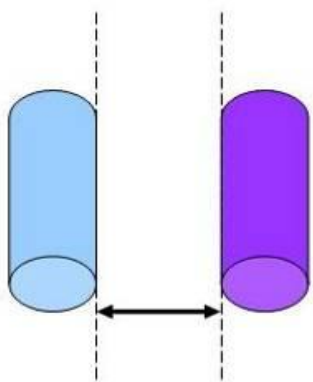
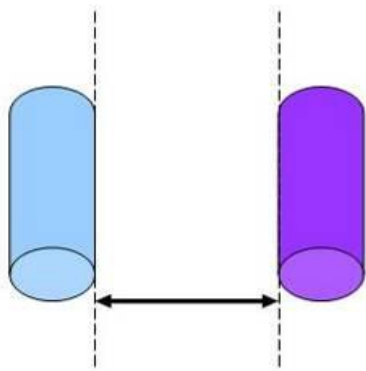


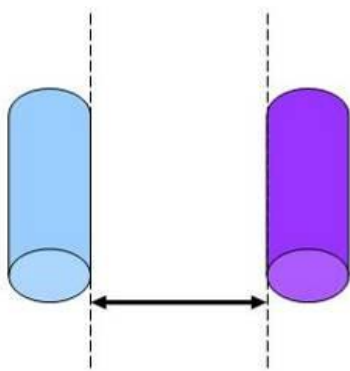
Fig.5 – Caixa de válvulas e ligação rápida identificada com etiqueta, ambas de cor roxa

4.1.2 Afastamentos entre tubagens

Para a distância horizontal mínima entre tubagens, dado que a lei portuguesa é omissa em relação às redes de abastecimento de ARUT, poderão ser seguidos os valores de referência utilizados em São Francisco, no estado da Califórnia, dos EUA (Quadro 2).

Quadro 2 – Distância horizontal mínima entre tubagens de ARUT e água potável

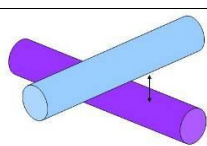
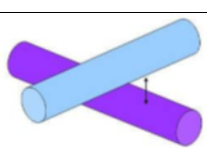
Distância horizontal	Esquema	Permissão
ARUT a < 1,20 m da água potável		Não é permitido
ARUT de 1,20 a 3,00 m da água potável		Necessidade de proteções especiais

Distância horizontal	Esquema	Permissão
ARUT a f 3,00 m da água potável		Permitido, sem necessidade de proteções especiais
<div> <div>Água potável</div> <div>ARUT</div> </div>		

Origem: Santos, Maria Margarida, reutilização de águas residuais urbanas tratadas

No que respeita à distância vertical entre tubagens, a Norma Portuguesa NP 4434:2005 sugere que sejam respeitados os afastamentos mínimos impostos pela regulamentação em vigor no n.º 3 do Artigo 24º, do Decreto-Regulamentar n.º 23/95, de 23 de Agosto. Assim sendo, a implantação das condutas de ARUT deve ser feita num plano superior ao dos coletores de águas residuais e num plano inferior às tubagens de água para consumo humano, sendo que a distância entre a tubagem de água potável e os coletores de drenagem de águas residuais não deve ser inferior a 1,0 m (Quadro 3).

Quadro 3 – Distância vertical mínima entre tubagens de ARUT e água potável

Distância horizontal	Esquema	Permissão
ARUT a < 1,0 m abaixo da água potável		Necessidade de proteções especiais
ARUT a f 1,0 m abaixo da água potável		Permitido, sem necessidade de proteções especiais
<div> <div>Água potável</div> <div>ARUT</div> </div>		

Origem: Santos, Maria Margarida, reutilização de águas residuais urbanas tratadas

4.1.3 Reaparecimento de microrganismos na rede de distribuição

No final do tratamento feito na ETAR, mesmo quando a ARUT apresenta o nível de qualidade pretendido, a qualidade da ARUT que chega ao utilizador por vezes pode não ser exatamente a mesma da água residual tratada que saiu da ETAR. O fenómeno de reaparecimento dos microrganismos pode acontecer e é necessária especial atenção:

- pode acontecer uma contaminação na rede de abastecimento de ARUT;
- pode ocorrer um crescimento de microrganismos. Este fenómeno pode ser desencadeado pelos microrganismos que não foram eliminados durante a desinfeção ou pelos que foram apenas parcialmente atingidos, tendo a capacidade de se autorregenerarem;
- o desenvolvimento de bio filme nas redes de distribuição de ARUT é alvo de preocupação, pois este pode abrigar organismos patogénicos que ao desprenderem-se poderão aparecer na ARUT.

É evidente que as alterações químicas, físicas e microbiológicas da ARUT ao longo do sistema de distribuição dependem da qualidade da água à saída da ETAR. O Quadro 4 resume os parâmetros que influenciam a proliferação de microrganismos nos sistemas de distribuição de ARUT.

Quadro 4 – Parâmetros que podem influenciar o crescimento de microrganismos num sistema de distribuição de ARUT

Parâmetros
O tempo de retenção no sistema de distribuição e as condições hidráulicas
A temperatura da ARUT
O pH da ARUT
A concentração de nutrientes
As condições de arejamento do sistema de distribuição
As características físicas, químicas e microbiológicas iniciais da ARUT
O material das tubagens (rugosidade)
As condições em que se encontra o material das tubagens (o bio filme fixa-se mais facilmente em tubagens velhas e rugosas)

Origem: Santos, Maria Margarida, reutilização de águas residuais urbanas tratadas

Para manter as redes de distribuição livres de bio filme (Fig.6) é necessário garantir uma concentração de cloro residual. Com a descoberta da formação de produtos organoclorados, a desinfeção da água residual através de cloração tem vindo a cair em desuso. No entanto, deverá ser realizada uma desinfeção adequada na ETAR (que não inclua cloro) e antes da distribuição deverá ser injetada uma quantidade de cloro que garanta um residual de cloro de 0,2 mg/L. As tubagens devem sofrer periodicamente uma cloração, com grandes doses de cloro, de forma a evitar o aparecimento de bio filme,



Fig.6 – Tubagem de fibrocimento para encaminhamento de ARUT, com bio filme acumulado durante 10 anos

4.1.4 Filtros nos sistemas de rega

Devem ser instalados filtros para proteger medidores de caudal e ligações de serviço e para evitar colmatações dos aparelhos de rega, devido à existência de sólidos suspensos na ARUT. Os filtros não devem ser instalados abaixo do nível do pavimento. Nestes casos são mais indicados os filtros de cesto, sendo estes também indicados para instalações acima dos pavimentos. Nos sistemas de rega gota-a-gota os filtros são normalmente instalados a (Fig.7) acima dos pavimentos



Fig.7 – Filtro Y e Filtro de Cesto

4.1.5 Técnicas de rega

É proibido utilizar ARUT em condições que possam provocar aerossóis que, transportados pelo vento, possam ser arrastados para fora da zona aprovada para utilização.

As etiquetas de aviso das entidades competentes devem ser instaladas em estruturas próprias para esse fim tais como painéis de controlo, hidrantes em autotanques, etc. As etiquetas devem assinalar que o sistema contém ARUT e que não é adequada para consumo humano.

Caso a água seja utilizada para encher lagoas ou lagos em zonas de recreio ou para irrigação, os sinais de aviso devem ser instalados para notificar que a água é imprópria para consumo humano.

Deve ser preparado um plano detalhado, definindo a localização e o espaçamento dos referidos sinais. Os sinais de aviso e as tabuletas devem ser na língua local e na língua dos visitantes mais frequentes da zona em questão e deverão incluir o sinal internacional “NÃO BEBA” (Fig.8).



Fig.8 – Sinal internacional de proibição de beber

4.2 Armazenamento de águas residuais urbanas tratadas

4.2.1 Reservatórios abertos e fechados

A utilização de reservatórios para armazenamento de ARUT é recomendada nos casos em que as aplicações não estão relacionadas com uma rede de distribuição e, por isso, o abastecimento tem que ser efetuado por intermédio de camião-cisterna. É também adequado nos casos de rega, sendo que o reservatório será o ponto de armazenamento da ARUT proveniente da ETAR durante o dia, para durante a noite ser utilizada na rega.

Os reservatórios podem ser abertos ou fechados, tendo em cada um dos casos problemas específicos que precisam ser controlados, de modo a que se possa garantir a qualidade da ARUT.

Esses problemas encontram-se descritos no quadro seguinte.

Quadro 5 – Problemas associados a reservatórios abertos e fechados

Tipo de Reservatório	Problemas associados
Reservatório Aberto	Libertação de odores, principalmente gás sulfídrico
	Estratificação provocada pela temperatura
	Baixos teores de oxigénio dissolvido, provocando odorese a morte de peixes
	Crescimento excessivo de algas e de fitoplâncton
	Deterioração da qualidade da água devido à presença de um número excessivo de aves e roedores
	Estagnação
Tipo de Reservatório	Problemas associados
Reservatório Fechado	Estagnação
	Libertação de odores, principalmente gás sulfídrico
	Perda de cloro residual livre (perdas menos significativas que nos reservatórios abertos)
	Repovoamento de microrganismos

Origem: Santos, Maria Margarida, reutilização de águas residuais urbanas tratadas

4.2.2 Estratégias de gestão de reservatórios abertos e reservatórios fechados

Embora muitas estratégias de resolução dos problemas em reservatórios abertos possam ser adotadas, a mais eficiente é a aplicação de sistemas de arejamento que resolve paralelamente

o problema da falta de oxigénio e o problema da estratificação. No caso dos reservatórios fechados não existe nenhuma estratégia que seja realmente a melhor, devendo-se recorrer ao arejamento, juntamente com a cloragem e a recirculação, de modo a promover a circulação de água, evitar Zonas mortas e manter um residual de cloro livre.

No quadro seguinte encontram-se as estratégias que podem ser adotadas para a resolução dos problemas associados a reservatórios.

Quadro 6 – Estratégias de gestão de reservatórios de armazenamento de ARUT

Estratégias de gestão	Comentários
Reservatórios abertos	
Arejamento/destratificação	Mantém as condições aeróbias e elimina a estratificação térmica. O arejamento pode permitir a libertação do fósforo dos sedimentos depositados no fundo do reservatório
Precipitação com alumínio	Remove sólidos em suspensão e fósforo. Pode ser utilizada para impedir a libertação de fósforo dos sedimentos acumulados no fundo do reservatório
Bio manipulação	Controla a taxa de crescimento dos microrganismos
Adição de sulfato de cobre	Controla o crescimento de algas. A acumulação de cobre pode ser tóxica
Destratificação (incluindo recirculação)	Agitadores submersos ou de aspiração podem ser utilizados para eliminar a estratificação térmica, assim como bombas de recirculação. Pode promover a libertação de fósforo dos sedimentos acumulados no fundo do reservatório
Diluição	Água de outra origem pode ser misturada com a água armazenada para permitir uma melhor gestão da qualidade da mesma
Dragagem	Os sedimentos acumulados no fundo do reservatório devem ser removidos anualmente, para limitar a formação de depósitos que dão origem ao gás sulfídrico

Estratégias de gestão (cont.)	Comentários (cont.)
Filtração	A água armazenada pode ser filtrada em filtros de areia ou microtamizadores para remover as algas e reduzir a turvação
Deterioração natural de microrganismos	A eficiência de inativação natural dos microrganismos depende da operação do reservatório e do tempo de retenção da ARUT no reservatório
Remoção de nutrientes	Remoção de nutrientes para controlar o crescimento de organismos aquáticos
Foto-oxidação	Com uma mistura adequada, podem ser aproveitadas as vantagens resultantes da exposição da água à luz do sol
Filtração em solo	A água armazenada pode ser filtrada em zonas pantanosas construídas para remover as algas e reduzir a turvação
Retirar água a diferentes profundidades	A diferentes profundidades pode-se obter água com qualidade diferente

Quadro 7 – Estratégias de gestão de reservatórios para armazenamento de ARUT
(continuação)

Estratégias de gestão	Comentários
Reservatórios fechados	
Arejamento	Mantém o nível de oxigénio dissolvido residual para eliminar a formação de odores
Cloragem	Utilizado no controlo do crescimento de microrganismos
Recirculação	Uma recirculação adequada pode limitar o crescimento de microrganismos e a formação de odores

Origem: Santos, Maria Margarida, reutilização de águas residuais urbanas tratadas

4.2.3 – Viabilidade da reutilização de águas residuais urbanas tratadas (ARUT)

As águas residuais podem ser tratadas a níveis de qualidade que lhes permitam que sejam utilizadas como uma matéria-prima, nomeadamente na rega, sendo esta medida geralmente competitiva do ponto de vista técnico-económico, além de ser ambientalmente recomendável

(Marecos do Monte, 1994; Asano, 1998; Lazarova e Bahri, 2005). Parece assim ser natural que surjam em Portugal cada vez mais estudos e projetos desta índole (Marecos do Monte, 2001; ADA e DHVFBO, 2003). Os próprios nutrientes presentes nas águas residuais acabam por ser aproveitados com a reutilização, reduzindo a quantidade de fertilizantes químicos a utilizar. Também a legislação indica que as águas residuais tratadas devem ser, sempre que possível ou adequado, reutilizadas (Decreto Lei n.º 152/97). As águas de rega são objeto de enquadramento no Decreto-lei n.º 236/98 (capítulo V), estando as normas de qualidade definidas no mesmo diploma (artigo 60.º e anexos XVI e XVII). Adicionalmente o Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água indica a necessidade de se reutilizar a água residual tratada, nomeadamente na rega de campos desportivos, campos de golfe e outros espaços verdes de recreio (MAOT, 2001). Embora sem cariz legal, foi publicada a Norma Portuguesa NP 4434 que define uma série de critérios e procedimentos a adotar na rega e de monitorização da zona potencialmente afetada por essa rega.

5 – APRESENTAÇÃO DO CASO DE ESTUDO E PROBLEMA

Atualmente o Município do Seixal utiliza na lavagem de ruas e situações análogas Auto varredoras, autotanques, cisternas e outros equipamentos semelhantes sendo o número destes equipamentos de 8 unidades.

Estes equipamentos são abastecidos na rede pública com água potável, a qual tem custos de tratamento, e apresentam uma volumetria variável. Estima-se que, no ano de 2010, o consumo de água potável aplicado nas tarefas de limpeza e manutenção da salubridade das vias do Concelho seja de aproximadamente 7.725,50 m³/ano.

As áreas verdes, da Freguesia de Fernão Ferro, regadas por sistemas de rega instalados no terreno e abastecidos diretamente pela rede pública de água potável, estimam-se em aproximadamente 5000 m² sendo despendidos 3.750,00 m³/ano a sua rega.

Visa este projeto implementar em terrenos contíguos à E.T.A.R. de Fernão Ferro, conforme planta de localização anexa, os seguintes equipamentos:

A captação do efluente tratado, através da colocação de bomba submersível regulada por sistemas de sondas, na descarga para o meio natural do efluente tratado pela E.T.A.R. de Fernão Ferro encaminhando-o, pela tubagem previamente assente em vala, sob pressão até ao depósito;

O aprovisionamento, para posterior utilização, de um volume aproximado de 150 m³ em depósito a montar junto da descarga para o meio natural do efluente tratado pela ETAR de Fernão Ferro;

A instalação de sistema, regulado por relógio, de recirculação, filtração, desinfecção e tratamento de afinação com radiação U.V. de forma a manter a qualidade do efluente tratado durante o aprovisionamento;

A instalação de dois sistemas de pressurização independentes, um para abastecimento de cisternas e outro para a rega de espaços verdes, com dois grupos monobomba com variador de

velocidade os quais, através de sistema de válvulas elétricas de comando à distância, poderão funcionar em regime de compensação, ao mesmo tempo ou individualmente em caso de avaria;

A colocação de dois sistemas de encaminhamento do efluente tratado pela ETAR de Fernão Ferro, sob uma pressão aproximada de 4 a 6 bar, utilizando tubagens de Ø 90 mm PEAD assentes em vala, de ligação do depósito à estação de abastecimento de cisternas e à tubagem de adução de água às redes de rega já instaladas no terreno;

Edificação de estação de abastecimento de cisternas de acordo com peças escritas, com a planta de implantação e com a planta de pormenores construtivos da estação de abastecimento de água (efluente tratado) em anexo;

Assentamento e ligação de rede de distribuição às redes de rega já instaladas no terreno.

Para uma melhor perceção junto se anexam peças escritas e desenhadas referentes ao presente projecto.

5.1 – Descrição do funcionamento da ETAR de Fernão Ferro

A ETAR de Fernão Ferro foi reabilitada, tendo sido ampliada a sua capacidade de tratamento para um equivalente populacional de 32.700 hab. eq.

O esquema de tratamento desta ETAR desenvolve-se, à exceção da etapa de decantação primária, segundo duas linhas baseando-se num sistema de tratamento biológico por lamas ativadas operado em regime de arejamento convencional. No que se refere à fase líquida, o esquema de tratamento inicia-se com a receção das águas residuais brutas numa caixa para retenção de sólidos grosseiros, equipada com uma garra bivalve e uma gradagem manual seguida de duas linhas de um sistema compacto de pré-tratamento mecânico (gradagem e remoção de areias, óleos e gorduras). Após esta etapa o efluente pré-tratado é elevado através de 2(+1) bombas de poço seco para um decantador primário seguido de dois reatores Carrousel® de dois canais, com a oxigenação proporcionada por dois arejadores de superfície de eixo vertical, precedidos por um seletor equipado com 3 agitadores. A etapa de decantação secundária é composta por duas linhas seguindo-se a desinfeção final do efluente em dois canais com lâmpadas UV de baixa pressão, alto rendimento e limpeza automática. Parte do efluente tratado é reutilizado como água de serviço na ETAR existindo para o efeito um reservatório de efluente tratado sob os canais UV e um grupo hidropressor.

Relativamente à fase sólida o seu tratamento inicia-se com um espessador gravítico das lamas mistas produzidas na fase líquida, seguido de digestão anaeróbia a frio das lamas espessadas em dois digestores, e desidratação mecânica das lamas digeridas em 2 centrífugas. Prevê-se o armazenamento das lamas desidratadas num silo de lamas com eventual adição de cal. O biogás produzido no processo de digestão das lamas mistas é devidamente tratado e encaminhado para queima.

A ETAR de Fernão Ferro dispõe ainda de desodorização na zona do tratamento preliminar, desidratação e espessamento em dois bio filtros com lavagem a montante.

Apresenta-se de seguida de forma sistematizada a sequência de operações unitárias que compõem o esquema de tratamento:

Fase líquida

- Retenção de sólidos grosseiros e gradagem grosseira em grade manual de 50mm (1 linha);
- Tamisação, remoção de areias, óleos e gorduras em sistema compacto (2 linhas);
- Receção de lamas das fossas sépticas (1 linha);
- Elevação inicial (1 linha – 2(+1) bombas));
- Medição do caudal a tratar (1 linha);
- Decantação primária (1 linha);
- Tanque de contacto (*seletor*) (2 linhas);
- Reatores biológicos (2 linhas);
- Decantação secundária em decantadores circulares (2 linhas);
- Recirculação de lamas (1 linha – 2 x 1(+1) bombas);
- Desinfeção em canal UV (2 linhas);
- Medição do caudal tratado (1 linha);
- Reutilização do efluente como água de serviço (1 linha).

Fase sólida

- Descarga gravítica e temporizada das lamas primárias (1 linha);
- Elevação das lamas biológicas em excesso (1 linha – 2 x 1(+1) bombas);
- Espessamento gravítico das lamas mistas (1 linha);
- Digestão anaeróbia a frio das lamas mistas espessadas (2 linhas);
- Desidratação mecânica das lamas em centrífuga (2 linhas);
- Estabilização química (eventual) com cal viva (1 linha);
- Elevação e Armazenamento de lamas desidratadas em silo (1 linha).

5.2 - Resultados analíticos do afluente bruto e efluente tratado da ETAR

O caudal anual afluente à ETAR durante o ano de 2010 foi de 359.365 m³/ano.

Quadro 8 - Características do Afluente à ETAR de Fernão Ferro - Ano 2010

2010	CBO5		CQO		SST	
	(mg/l)	(kg/dia)	(mg/l)	(kg/dia)	(mg/l)	(kg/dia)
Janeiro	74	271	164	600	100	366
Fevereiro	170	597	366	1.284	186	653
Março	15	26	97	170	21	37
Abril	161	563	357	1.248	137	479
Maio	67	222	209	693	57	189
Junho	183	556	322	979	78	237
Julho	225	579	459	1182	168	433
Agosto	257	711	515	1.426	234	648
Setembro	178	322	355	643	120	217
Outubro	137	226	247	407	84	138
Novembro	225	523	499	1.160	188	437
Dezembro	106	244	277	638	54	124
Média Anual	150	403	322	869	119	330

Origem: SIMARSUL - Sistema Integrado Multimunicipal de Águas Residuais da Península de Setúbal, S.A. (Consulta em Março de 2011)

Características do Efluente tratado da ETAR de Fernão Ferro - Ano 2010

Quadro 9 – Valores de emissão na descarga de águas residuais em meio natural durante o ano de 2010

2010	CBO5		CQO		SST		N total		P total		Coliformes fecais
	(mg/l)	(kg/dia)	(mg/l)	(kg/dia)	(mg/l)	(kg/dia)	(mg/l)	(kg/dia)	(mg/l)	(kg/dia)	(NMP/100 ml)
Meses											
Janeiro	3	11	18	66	10	37	27	99	2	9	1000
Fevereiro	7	24	71	249	17	60	31	109	5	17	530
Março	5	8	35	61	10	18	17	30	2	3	550
Abril	3	10	32	112	10	35	16	56	3	10	170
Maio	3	10	32	106	10	33	8	28	3	10	230
Junho	3	9	21	64	10	30	24	73	3	9	1200
Julho	3	8	28	72	10	26	30	77	3	9	3400
Agosto	3	8	30	83	10	28	18	50	4	12	1400
Setembro	3	6	35	63	11	20	31	56	5	10	3700
Outubro	3	5	34	56	10	16	28	46	3	5	0
Novembro	3	7	17	40	10	23	21	49	6	13	120
Dezembro	7	15	28	64	10	23	20	46	2	5	34
Média	4	10	32	86	11	29	23	60	4	9	1121

Origem: SIMARSUL - Sistema Integrado Multimunicipal de Águas Residuais da Península de Setúbal, S.A.(Consulta em Março de 2011)

Quadro 10 - VALORES LIMITE DE EMISSÃO NA DESCARGA DE ÁGUAS RESIDUAIS EM MEIO NATURAL


De acordo com anexo XVIII do D.L. n.º 236/98 de 1 de Agosto

CBO5 (mg/l)	CQO (mg/l)	SST (mg/l)	N total (mg/l)	P total (mg/l)
40	150	60	15	10

Assim e considerando que ao efluente tratado, atualmente descarregado em meio natural, é efetuado tratamento de afinação e desinfecção para que o mesmo apresente características de utilização conforme a lei vigente, pretende-se com o presente projeto aproveitar este recurso, em substituição da água potável atualmente utilizada, na manutenção da limpeza das vias rodoviárias do Concelho do Seixal, com tendência a expandir-se às restantes Freguesias do Concelho do Seixal, e na rega de espaços verdes de parte das zonas verdes regadas da Freguesia de Fernão Ferro, aumentando-se assim o ciclo de vida deste recurso natural e evitando-se também os custos associados à salubridade da mesma,


6 – CÁLCULOS E RESULTADOS

No quadro abaixo foram efetuados cálculos para determinação dos gastos anuais de água potável utilizados em limpezas rodoviárias e rega de espaços verdes.

<div>  <p>Instituto Superior de Agronomia Universidade Técnica de Lisboa</p> </div>			
QUADRO 11			
Volumes de água potável utilizados na limpeza mecânica e lavagem de ruas do Concelho do Seixal			
		Valores médios (litros)	
Equipamentos	Capacidade (litros)	2010	Abastecimento
Varredora 1	220	860.000	Bocas de incêndio ou instalações dos Serviços Operacionais da CMS
Varredora 2	1250	1.157.500	
Varredora 3	1250	860.000	
Varredora 4	1500	1.032.000	
Varredora 5	1500	1.032.000	
TOTAIS		4.943.510	
Galera	26000	1.248.000	Abastecem duas vezes por semana nos Serviços Operacionais da CMS nos Meses de Maio a Outubro.
Auto tanque	14000	672.000	
Auto tanque	18000	864.000	
TOTAIS		2.784.000	
Totais (m3)		7.727,51	
Valor (€)		18.468,75 €	
Volumes de água potável utilizados na rega de Jardins Municipais em Fernão			
Área regada de jardins Municipais em Fernão Ferro (m2)	m3 gastos na rega do jardim (m3/ano)	Gastos com a água na rega do jardim público	
5000	3.750	8.962,50 €	
Gastos totais de água		27.431,25 € /ano	


Os valores médios, em litros, utilizados pelos equipamentos de limpeza mecânica e lavagem de ruas foram fornecidos pela C. M. Seixal, sendo que os gastos com a rega foram obtidos tendo em atenção a capitação média de 5l/m² de relvado durante 150 dias do ano.

No seguinte quadro foram efetuados os cálculos para determinar os tempos de abastecimento dos diferentes equipamentos bem como dos tempos de rega de espaços verdes.

	<div><p>Hinc patriam sustinet</p><p>Instituto Superior de Agronomia Universidade Técnica de Lisboa</p></div>			
QUADRO 12				
	Tempos de abastecimento			
	Capacidade em litros	Tempo de abastecimento (min)	X 2 vezes por semana X 4 vezes por Mês x 6 meses (min/ano)	
Galera	26.000 litros de capacidade	17,33	832,00	
Auto tanque	14.000 litros de capacidade	9,33	448,00	
Auto tanque	18.000 litros de capacidade	12,00	576,00	
	Total	38,67	1856,00	
		Valores médios (litros)	Tempo de abastecimento	
Equipamentos	Capacidade (litros)	2010	(min/ano)	
Varredora 1	220	860.000	573,33	
Varredora 2	1250	1.157.500	771,67	
Varredora 3	1250	860.000	573,33	
Varredora 4 – EcoAmbiente	1500	1.032.000	688,00	
Varredora 5 – EcoAmbiente	1500	1.032.000	688,00	
TOTAIS		4.941.500	3294,33	
			Tempo de abastecimento Total (min/ano)	
			5150,33	
Depósito				
Capacidade em litros	Tempo de abastecimento (min)	Enche 2 vezes por ano para operações de manutenção (min/ano)	Tempo de reposição de abastecimentos (min/ano)	
150.000 litros de capacidade	1500,00	3000,00	515,03	
		Tempo de abastecimento Total do Depósito (min/ano)	3515,03	

Os tempos de abastecimento são obtidos em função das características dos sistemas de bombagem, que se pretendem instalar na estação de enchimento de Fernão Ferro, e da capacidade volumétrica dos equipamentos utilizados na limpeza de ruas e na emissão de água pelo sistema de rega de espaços verdes da Freguesia de Fernão Ferro.

No quadro 13 foram calculados os custos com a energia utilizada no abastecimento com água potável dos diversos equipamentos, utilizados na limpeza de ruas e rega de espaços verdes da Freguesia de Fernão Ferro. Também são apresentados neste quadro os custos com o pessoal que fará a manutenção e operará com os equipamentos a instalar bem como o valor da aplicação, como forma de viabilizar o projeto, da taxa de 0,03% sobre a TMI.

			
QUADRO 13			
Características e consumos energéticos dos sistemas de bombagem e pressurização			
Grupo Monobomba Rain Bird mod. Grungfos CR90-1 p/a a rega	Pressão 2 bar		
	7,5 Kw/h	312,50	Kw/ano
	90m3/h		
Grupo Monobomba Rain Bird mod. Grungfos CR90-1	Pressão 2 bar		
	7,5 Kw/h	643,79	Kw/ano
	90m3/h		
Bomba Wilo 5" mod. TWI-306	Pressão 1 bar		
	0,75 Kw/h	43,94	Kw/ano
	6m3/h		
Bomba de filtragem que funciona 12h por dia (720min)	Trabalha por ano 262800 min	3285,00	Kw/ano
	Total Kw/ano	4285,23	Kw/ano
Preço Total da energia de acordo com tarifário EDP		857,05 €	
Aluguer e transporte da energia		532,92 €	
Total		1.389,97 €	
Encargos com manutenção dos sistemas de bombagem e filtragem			
1 Funcionário na categoria de assistente operacional diariamente durante todo o ano			
	Total	14.000,00 €	
Receitas provenientes da taxa de manutenção de infraestruturas		Estima-se que aproximadamente 0,03% das receitas da TMI são utilizadas na manutenção da salubridade da rede viária do Concelho do Seixal	
3.959.269,00 €		118.778,07 €	

Os custos de execução da estação de abastecimento de sisternas e estação de presurização de água para a rede de rega dos jardins da Freguesia de Fernão Ferro apresentam-se no quadro resumo abaixo.

Quadro 14 resumo dos principais capitulos da obra de edificação da estação de abastecimento de cisternas

**Execução de estação de abastecimento de cisternas na
Estação de Tratamento de Águas Residuais
Freguesia de Fernão Ferro
Concelho do Seixal**

RESUMO		
I	ESTALEIRO	2.500,00 €
II	TRABALHOS PREPARATÓRIOS	3.250,00 €
III	MOVIMENTO DE TERRAS	3.491,25 €
IV	PAVIMENTOS E LANCIS	14.100,00 €
V	MUROS	3.281,25 €
VI	SERRALHARIAS	6.400,00 €
VII	MUBILIÁRIO URBANO	3.150,00 €
VIII	REDE DE DRENAGEM PLUVIAL	3.440,00 €
IX	REDE DE DISTRIBUIÇÃO	41.886,00 €
X	SISTEMAS DE BOMBAGEM	29.700,00€
XI	ILUMINAÇÃO PÚBLICA	8.000,00 €
XII	SALA DAS MÁQUINAS	10.000,00€
TOTAL DA EMPREITADA		129.198,50 €

Podemos verificar que das diferentes rubricas do investimento o principal custo é a rede de transporte de água até à rede de rega existente na Freguesia de Fernão Ferro.

6.1 – Alternativas em análise

No quadro abaixo apresentam-se as alternativas relativas à implementação do projeto.

Quadro 15				
SINTESE DE DADOS				
		1ª Alternativa	2ª Alternativa	3ª Alternativa
Situação sem projecto				
Entradas	Receitas	118.778,07 €	118.778,07 €	118.778,07 €
				+ Evolução gradual das receitas em 0,03 ao ano da TMI
Saídas	Custo anual da água abastecida	27.426,45 €	27.426,45 €	27.426,45 €
	Investimento			
		valor	valor	valor
	Estação de abastecimento	129.198,50 €	129.198,50 €	129.198,50 €
	Vida útil	7 anos	7 anos	7 anos
	Situação com projecto			
	Encargos anuais com electricidade	1.389,97 €	1.389,97 €	1.389,97 €
	Encargos anuais com funcionamento e manutenção dos sistemas de bombagem e filtragem	14.000,00 €	14.000,00 €	14.000,00 €
	Tipo de Financiamento			
	Subs.capital	30%	80%	80%
	Autofinanciamento	20%	20%	20%
	Crédito médio prazo	50%	0%	0%
	Taxa de amortização	20%		
Linha médio prazo				
	Taxa juro	7%/ano		
Linha curto prazo				
	Taxa juro	5%/ano	5%/ano	5%/ano
Diversos				
	Taxa media de inflação	2%/ano	2%/ano	2%/ano
	Custo de oportunidade	5%/ano	5%/ano	5%/ano

6.2 – Análise da rentabilidade dos investimentos propostos para cada cenário

1ª – Alternativa

Recorrência a crédito bancário para financiamento do projeto em 50% do volume total do investimento

Verificando os cálculos e os dados presentes nos quadros 16 e 17 (pág. 34 e 35), verificamos que o projeto nas condições de financiamento propostas nesta alternativa não é viável financeiramente pois apresenta todos os indicadores de rentabilidade negativos.

2ª – Alternativa

Propõe-se nesta alternativa recorrer a subsídio de capital a fundo perdido em 80% do volume total do investimento através de candidatura ao Quadro de Referência Estratégico Nacional, 2007/2013 (Q.R.E.N.)

Verificando os cálculos presentes nos quadros 18 e 19 (pág. 36 e 37), verificamos que o projeto nas condições de financiamento não é viável financeiramente pois apresenta todos os indicadores de rentabilidade negativos, poderá o mesmo vir a ser rentável se o prazo for aumentado para 13 anos no qual o projeto começa a apresentar retorno financeiro.

3ª – Alternativa

Propõe-se nesta alternativa recorrer a subsídio de capital a fundo perdido em 80% do volume total do investimento através de candidatura ao Quadro de Referência Estratégico Nacional, 2007/2013 (Q.R.E.N.) e a implementação pela C. M. Seixal de um aumento nominal em 3% das receitas provenientes da Taxa de Manutenção de Infraestruturas Municipais como meio de viabilizar o Projeto.

Verificando os cálculos presentes nos quadros 20 e 21 (pág. 37 e 38), verificamos que o projeto nestas condições de financiamento é viável financeiramente ao sexto ano após o investimento e de utilização de crédito a curto prazo, apesar de todos os indicadores de rentabilidade serem negativos antes do financiamento.

Quadro 16

Cashflow antes do financiamento da 1ª alternativa em análise									
	Situação s/projecto	Situação com projecto							
		0	1	2	3	4	5	6	7
Entradas									
Receitas	118.778	0	118.778	118.778	118.778	118.778	118.778	118.778	118.778
Valor residual									
Total de entradas	118.778	0	118.778	118.778	118.778	118.778	118.778	118.778	118.778
Saídas									
Investimento		129.199	0	0	0	0	0	0	0
Encargos com abastecimento de água	27.426	0	0	0	0	0	0	0	0
Encargos anuais com electricidade e mão de obra			15.390	15.390	15.390	15.390	15.390	15.390	15.390
Capital de Exploração Adicional		15.390	0	0	0	0	0	0	0
Total saídas	27.426	144.588	15.390	15.390	15.390	15.390	15.390	15.390	15.390
Benefício Líquido antes de financiamento									
Total	91.352	-144.588	103.388	103.388	103.388	103.388	103.388	103.388	103.388
Adicional	0	-235.940	12.036	12.036	12.036	12.036	12.036	12.036	12.036
Factor de Actualização		1	0,9523810	0,9070295	0,8638376	0,8227025	0,7835262	0,7462154	0,710681
Benefício Líquido Adicional Actualizado		-235.940	11.463	10.917	10.398	9.902	9.431	8.982	8.554
		-235.940	-224.477	-213.559	-203.162	-193.259	-183.828	-174.847	-166.293
Valor Líquido Actualizado (VLA)	-166.293								
Taxa Interna de Rendibilidade (TIR)	-21%								
Rácio Benefício Custo (RBC)	0,30								
PR									

Quadro 17

<i>Cashflow após financiamento da 1ª alternativa em análise</i>									
	Situação s/projecto		Situação com projecto						
	0		1	2	3	4	5	6	7
Benefício Líquido antes de financiamento									
Total	91.352	-144.588	103.388	103.388	103.388	103.388	103.388	103.388	103.388
Adicional	0	-235.940	12.036	12.036	12.036	12.036	12.036	12.036	12.036
Financiamento									
Autofinanciamento		25.840							
Subsídio em capital		38.760							
Crédito médio prazo		64.599							
Crédito curto prazo		106.742	117.244	127.121	136.337	144.854	152.632	146.709	140.219
Total financiamento		235.941	117.244	127.121	136.337	144.854	152.632	146.709	140.219
Serviço da dívida									
Juros médio prazo			4.522	3.618	2.713	1.809	904		
Amortizações médio prazo			12.920	12.920	12.920	12.920	12.920		
Juros curto prazo			5.337	5.862	6.356	6.817	7.243	7.632	7.335
Amortizações curto prazo			106.742	117.244	127.121	136.337	144.854	152.632	146.709
Total serviço da dívida		0	129.521	139.644	149.110	157.882	165.921	160.264	154.044
Financiamento Líquido									
		235.941	-12.277	-12.523	-12.773	-13.028	-13.289	-13.555	-13.825
Financiamento Líquido Deflacionado									
		235.941	-12.036	-12.036	-12.036	-12.036	-12.036	-12.036	-12.036
Benefício Líquido após financiamento									
Total	91.352	91.352	91.352	91.352	91.352	91.352	91.352	91.352	91.352
Adicional	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Quadro 18

Cashflow antes do financiamento da 2ª alternativa em análise												
Situação s/projecto	Situação com projecto											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Entradas												
Receitas	118.778	0	118.778	118.778	118.778	118.778	118.778	118.778	118.778	118.778	118.778	118.778
Valor residual												
Total de entradas	118.778	0	118.778	118.778	118.778	118.778	118.778	118.778	118.778	118.778	118.778	118.778
Saídas												
Investimento		129.199	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Encargos com abastecimento de água	27.426	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Encargos anuais com electricidade e mão de obra		15.390	15.390	15.390	15.390	15.390	15.390	15.390	15.390	15.390	15.390	15.390
Capital de Exploração Adicional		15.390	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total saídas	27.426	144.588	15.390	15.390	15.390	15.390	15.390	15.390	15.390	15.390	15.390	15.390
Benefício Líquido antes de financiamento												
Total	91.352	-144.588	103.388	103.388	103.388	103.388	103.388	103.388	103.388	103.388	103.388	103.388
Adicional	0	-235.940	12.036	12.036	12.036	12.036	12.036	12.036	12.036	12.036	12.036	12.036
Factor de Actualização	1	0,95238	0,90703	0,86384	0,82270	0,78353	0,74622	0,71068	0,67684	0,64461	0,61391	0,58468
Benefício Líquido Adicional A	-235.940	11.463	10.917	10.398	9.902	9.431	8.982	8.554	8.147	7.759	7.389	7.037
	-235.940	-224.477	-213.559	-203.162	-193.259	-183.828	-174.847	-166.293	-158.146	-150.387	-142.998	-135.960
Valor Líquido Actualizado (VLA)			-122.875									
Taxa Interna de Rendibilidade (TIR)			-5%									
Rácio Benefício Custo (RBC)			0,48									
PR												

Quadro19

Cashflow após financiamento da 2ª alternativa em análise															
	Situação s/projecto	Situação com projecto													
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Benefício Líquido antes de financiamento															
Total	91.352	-144.588	103.388	103.388	103.388	103.388	103.388	103.388	103.388	103.388	103.388	103.388	103.388	103.388	103.388
Adicional	0	-235.940	12.036	12.036	12.036	12.036	12.036	12.036	12.036	12.036	12.036	12.036	12.036	12.036	12.036
Financiamento															
Autofinanciamento		25.840													
Subsídio em capital		103.359													
Crédito médio prazo		0													
Crédito curto prazo		106.742	99.802	92.269	84.109	75.286	65.761	55.494	44.443	32.563	19.807	6.126	0	0	0
Total financiamento		235.941	99.802	92.269	84.109	75.286	65.761	55.494	44.443	32.563	19.807	6.126	0	0	0
Serviço da dívida															
Juros médio prazo			0	0	0	0	0								
Amortizações médio prazo			0	0	0	0									
Juros curto prazo			5.337	4.990	4.613	4.205	3.764	3.288	2.775	2.222	1.628	990	306	0	0
Amortizações curto prazo			106.742	99.802	92.269	84.109	75.286	65.761	55.494	44.443	32.563	19.807	6.126	0	0
Total serviço da dívida		0	112.079	104.792	96.882	88.314	79.050	69.049	58.269	46.665	34.191	20.797	6.432	0	0
Financiamento Líquido			235.941	-12.277	-12.523	-12.773	-13.028	-13.289	-13.555	-13.826	-14.102	-14.384	-14.671	0	0
Financiamento Líquido Deflacionado			235.941	-12.036	-12.037	-12.037	-12.036	-12.037	-12.036	-12.036	-12.036	-12.036	-5.173	0	0
Benefício Líquido após financiamento															
Total	91.352	91.352	91.352	91.351	91.351	91.352	91.352	91.352	91.352	91.352	91.352	91.352	98.215	103.388	103.388
Adicional		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.862	5.173	0

Quadro 20

<i>Cashflow antes do financiamento da 3ª alternativa em análise</i>									
	Situação s/projecto		Situação com projecto						
	0	1	2	3	4	5	6	7	
Entradas									
Receitas	118.778	0	122.341	126.012	129.792	133.686	137.696	141.827	146.082
Valor residual									
Total de entradas	118.778	0	122.341	126.012	129.792	133.686	137.696	141.827	146.082
Saídas									
Investimento		129.199	0	0	0	0	0	0	0
Encargos com abastecimento de água	27.426	0	0	0	0	0	0	0	0
Encargos anuais com electricidade e mão de obra			15.390	15.390	15.390	15.390	15.390	15.390	15.390
Capital de Exploração Adicional		15.390	0	0	0	0	0	0	0
Total saídas	27.426	144.588	15.390	15.390	15.390	15.390	15.390	15.390	15.390
Benefício Líquido antes de financiamento									
Total	91.352	-144.588	106.951	110.622	114.402	118.296	122.306	126.437	130.692
Adicional	0	-235.940	15.600	19.270	23.050	26.944	30.955	35.086	39.340
Factor de Actualização		1	0,9523810	0,9070295	0,8638376	0,8227025	0,7835262	0,7462154	0,710681
Benefício Líquido Adicional Actualizado		-235.940	14.857	17.479	19.912	22.167	24.254	26.181	27.959
		-235.940	-221.083	-203.605	-183.693	-161.526	-137.272	-111.090	-83.132
Valor Líquido Actualizado (VLA)		-83.132							
Taxa Interna de Rendibilidade (TIR)		-5%							
Rácio Benefício Custo (RBC)		0,65							
PR									

Quadro 21

Cashflow após financiamento da 3ª alternativa em análise									
	Situação s/projecto	Situação com projecto							
		0	1	2	3	4	5	6	7
Benefício Líquido antes de financiamento									
Total	91.352	-144.588	106.951	110.622	114.402	118.296	122.306	126.437	130.692
Adicional	0	-235.940	15.600	19.270	23.050	26.944	30.955	35.086	39.340
Financiamento									
Autofinanciamento		25.840							
Subsídio em capital		103.359							
Crédito médio prazo		0							
Crédito curto prazo		106.742	96.167	80.927	60.512	34.372	1.914	0	0
Total financiamento		235.941	96.167	80.927	60.512	34.372	1.914	0	0
Serviço da dívida									
Juros médio prazo			0	0	0	0	0		
Amortizações médio prazo			0	0	0	0	0		
Juros curto prazo			5.337	4.808	4.046	3.026	1.719	96	0
Amortizações curto prazo			106.742	96.167	80.927	60.512	34.372	1.914	0
Total serviço da dívida		0	112.079	100.975	84.973	63.538	36.091	2.010	0
Financiamento Líquido		235.941	-15.912	-20.048	-24.461	-29.166	-34.177	-2.010	0
Financiamento Líquido Deflacionado		235.941	-15.600	-19.270	-23.050	-26.945	-30.955	-1.785	0
Benefício Líquido após financiamento									
Total	91.352	91.352	91.351	91.352	91.352	91.351	91.352	124.653	130.692
Adicional		0	0	0	0	0	0	33.301	39.340

6.3 – Recomendações

Quadro 22: Períodos de recuperação das diferentes alternativas em análise

Análise	Período de recuperação financeira após o financiamento
1ª Alternativa	Ultrapassa os 7 anos de vida útil do projeto.
2ª Alternativa	Ultrapassa os 7 anos de vida útil do projeto.
3ª Alternativa	O período de recuperação inicia-se no 6º ano Não ultrapassando a vida útil do projeto.

Do quadro acima se depreende que deverá ser implementado a 3ª alternativa sendo que o aumento nominal das receitas deverá deixar de ser implementado a partir da retoma financeira do projeto implementado.

7 - CONCLUSÕES

Um pouco por todo o Mundo têm surgido projetos de reutilização de águas residuais, essencialmente aplicados à agricultura e à indústria, de modo a que as reservas de água potável possam ser exclusivamente direcionadas para o consumo humano.

A viabilidade de um projeto de reutilização de águas residuais depende de vários aspetos, não só ambientais como também económico-financeiros e socioculturais. Só a integração destes fatores permitirá o sucesso de um projeto desta natureza. Os benefícios que daí advêm são inúmeros, podendo-se destacar a poupança de água potável para consumo humano e a redução da poluição nos meios hídricos, recetores atuais das descargas dos efluentes.

Em Portugal as potencialidades da reutilização de ARUT são, essencialmente, as aplicações na agricultura e na indústria, em particular nas regiões do nordeste do país e nas regiões abaixo do rio Tejo, onde se têm verificado recorrentemente períodos de seca.

A proteção da saúde pública e do ambiente são assumidamente os pontos essenciais a considerarem neste tipo de projetos, o que levou à elaboração, em Portugal, de dois documentos de extrema relevância. Um deles é a Norma Portuguesa sobre a Reutilização de ARUT para rega (NP4434:2005), que traça as linhas de orientação sobre a qualidade da água para rega, a escolha das tecnologias de rega, a gestão dos impactos ambientais, a proteção da saúde pública e os aspetos de controlo e monitorização. O outro documento de referência é a Recomendação n.º 02/2007 do Instituto Regulador de Águas e Resíduos, dirigido às entidades gestoras dos sistemas de saneamento de águas residuais urbanas. Não obstante a existência destas importantes ferramentas há aspetos que continuam por esclarecer, nomeadamente, no que respeita à

segurança e técnicas de controlo da qualidade da ARUT nos sistemas de distribuição e da gestão do armazenamento.

Portugal é um país que poderá facilmente apostar na reutilização de águas residuais, pois grande parte das ETAR já efetua o tratamento secundário do efluente e, muitas das que foram construídas a partir do início do século XXI, apresentam um sistema de desinfeção a jusante do tratamento secundário ou até mesmo um tratamento terciário. Neste sentido o investimento inicial para tratamentos de afinação com vista à reutilização não será demasiado elevado. Estes custos dependerão obviamente de variados fatores, que precisam ser avaliados caso a caso, como por exemplo, o caudal disponível na ETAR, as opções de armazenamento, a distância aos pontos de aplicação ou a orografia do terreno.

Com o estudo efetuado, conclui-se que o projeto de reutilização de águas residuais para abastecimento de cisternas, autotanques e equipamentos similares e na rega de espaços verdes na Freguesia de Fernão Ferro, Concelho do Seixal, será viável não só do ponto de vista económico, como também do ponto de vista ambiental. Por um lado, a ARUT poderá ter um custo cerca de 50% inferior ao custo da água para consumo doméstico. Por outro lado, a quantidade de nutrientes veiculados pela ARUT não provoca impactos negativos na flora existente e consegue-se uma efetiva reutilização dos recursos hídricos.

Salienta-se que o eventual aumento do volume de água tratada para rega e lavagens poderá vir a ser um elemento importante para a viabilidade do projeto, nomeadamente a existência de mais áreas de jardins a regar e eventualmente de campos agrícolas para regar na proximidade da ETAR.

Em termos de políticas governamentais existe um longo caminho a percorrer. É necessário estipular metas e criar incentivos, à semelhança do que foi feito em relação aos resíduos de embalagens. A Diretiva Europeia 91/271/EEC refere apenas que se reutilizem as águas residuais sempre que possível. Esta recomendação é extremamente vaga e foi aplicada na legislação portuguesa, no Decreto-Lei n.º 152/97 sem qualquer tipo de objetivo mais concreto.

8 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Autores:

- Angelakis, A. N., Marecos do Monte, M. H. F., Bontoux, L. e Asano, T. 1999. The state of wastewater practice in the Mediterranean basin– Need for Guidelines. *Water Resources*
- ASANO, T. 2002. Water From (Waste) Water –The Dependable Water Resource. *Water Science and Technology*. 45 (8), 23-33.
- Beltrão, J. 2002. A Reutilização de Águas Residuais em Portugal.
- Butler, D. e Davies, J. W. 2004. *Urban drainage*.
- Costa, M. 2003. *Utilização de Águas Residuais Depuradas na Rega e de Lamas Urbanas como Fertilizante dos Solos do Algarve*. Tese de Doutoramento. UALG/FERN. Faro.
- Duarte, E. A. 2004. *Apontamentos das aulas teóricas e práticas de Tratamento de Efluentes*, COPISA, Lisboa.
- Levy, J. 2008. *Novas Fontes de Abastecimento de Água – Reutilização e Dessalinização*.
- Liu, D. H. F. e Lipták, B. G. 2000. *Wastewater Treatment*.
- Lin, S. D. e Lee, C. C. 2007. *Water and wastewater calculations manual*.
- Maier, R. M., Pepper, I. e Gerba, C. 2009. *Environmental microbiology*.
- Marecos do Monte, M. H. 2001. *Gestão de águas residuais tratadas para rega de campos de golfe*. Trabalho Final de Curso. UTL/IST, Lisboa
- Marques, J. A. A. S. e Sousa, J. J. O. 2007. *Hidráulica urbana. Sistema de Abastecimento de Água*. Imprensa da UC, Coimbra, 317 p.
- Metcalf e Eddy. 2003. *Wastewater Engineering, Treatment and Reuse*. 4ª ed. International Edition McGraw-Hill, New York
- Norma Portuguesa NP 4434. 2005. *Reutilização de águas residuais urbanas tratadas para rega*. IPQ.
- Pereira, M. 2008. *Contributo para avaliar a possibilidade de reutilização das areias removidas nas ETAR*. Dissertação de mestrado em Engenharia do Ambiente. UNL/FCT, Lisboa
- Qasim, S. R. 1999. *Waste water treatment plants – planning, design and operation*.
- Santos, Maria Margarida, reutilização de águas residuais urbanas tratadas.
- Sincero, G. A. e Sincero, P. A. 2002. *Physical-Chemical Treatment of Water and Wastewater*.
- Sousa, Gonçalo N. S. ,O diagnóstico de uma ETAR como suporte à decisão para a reutilização do efluente tratado – caso de estudo da ETAR de Coruche, dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente
- Tillman, G. M. 1992. *Primary treatment at wastewater treatment plants*.

Legislação:

Decreto-Lei n.º 152/97. D. R. I Série A. N.º 139 (19-06-1997). Pp. 2959-2966

Decreto-Lei n.º 236/98. D. R. I Série A. N.º 176 (01-08-1998). Pp. 3676-3722.

Decreto-Lei n.º 149/2004. D. R. I Série A. N.º 145 (22-06-2004). Pp. 3805-3809.

Decreto-Lei n.º 118/2006. D.R. I Série A. Nº 60 (21-06-2006). Pp. 4380-4388

Directiva n.º 91/271/CEE do Conselho, de 21 de Maio de 1991. Jornal Oficial L 135 de 30-05-1991, pp. 40-52.

Sítios da Internet consultados:

WWW.reciclagemdeaguas.com (consultado em Setembro de 2011)

www.cm-seixal.pt (consultado em Setembro de 2011)

www.simarsul.pt (consultado em Setembro de 2011)

9 - ANEXOS

PLANTA DE LOCALIZAÇÃO

ETAR DE FERNÃO FERRO IMPLANTAÇÃO GERAL

ETAR DE FERNÃO FERRO CIRCUITOS EXTERIORES

MEDIÇÕES E ORÇAMENTO

Execução de estação de abastecimento de cisternas na Estação de Tratamento de Águas Residuais da Freguesia de Fernão Ferro Concelho do Seixal					
MAPA DE QUANTIDADES E ORÇAMENTO					
TRABALHOS A EXECUTAR			PREÇOS		
CAP.	DESIGNAÇÃO	QUANT.	UN.	UNITÁRIOS	TOTAIS
I	ESTALEIRO				
	Fornecimento, montagem e desmontagem de Estaleiro constituído por um contentor com 5,00x2,50x2,50m, devidamente equipado e destinado à Fiscalização do Dono da Obra com I.S., Empreiteiro e Gabinete de Trabalhos, incluindo vedação do perímetro da obra bem co				
I.a	Protecção e Segurança				
	Implementação dos Planos de Saúde e Segurança da Obra, nos termos do preconizado nos Dec.Lei nº273/2003 de 26/10 e Dec.Lei nº 109/2000 de 30/06.	1	vg	2.500,00 €	2.500,00 €
I.b	Resíduos de Construção e Demolição				
	Implementação do Plano de Resíduos de Construção e Demolição, nomeadamente o Dec.Lei nº46/2008 de 12/03 de acordo com a Legislação em vigor.				
I.c	Sinalização				
	Fornecimento e Montagem de Placa de obra de aparite ou fibra com moldura de alumínio ou equivalente conforme dimensões e características em anexo - 1 unidade.				
SUB-TOTAL					2.500,00
II	TRABALHOS PREPARATÓRIOS				
II.1	Demolições e limpeza geral terreno				
	Preparação e limpeza da área de intervenção, incluindo abate de árvores, desmatação, desenraimento e decapagem de terras, bem como a respectiva remoção, carga, transporte e descarga dentro do perímetro da obra, a vazadouro ou para local a definir pela fiscalização.				
	Preparação e limpeza da área de intervenção, incluindo demolição e remoção de edifícios, pavimentos, lancis, escadas, muros, muretes caldeiras, se aplicável e decapagem de terras, bem como a respectiva remoção, carga, transporte e descarga dentro do perímetro da obra, a vazadouro ou para local a definir pela fiscalização.	1	vg	2.500,00 €	2.500,00 €
II.2	Sinalização e Vias Alternativas				
	Criação de Sinalização na Zona de Intervenção dos percursos alternativos e das condicionantes criadas com o decorrer da Obra de modo definido pela Fiscalização.	1	vg	750,00 €	750,00 €
SUB-TOTAL					3.250,00

III	MOVIMENTO DE TERRAS				
III.1.1	Abertura de Caixa				
III.1.1.1	Escavação de terra semi-dura para abertura de caixas para colocação dos respectivos pavimentos, bases e sub-bases, incluindo remoção, carga, transporte e descarga das terras seja dentro do perímetro da obra, a vazadouro ou para local a definir pela Fiscalização				
	Pavimento em Calçada de Vidraço(h=0,30m)	60,00	m3	7,50 €	450,00 €
	Pavimento em Calçada Grossa de Calcário(h=0,50m)	200,00	m3	7,50 €	1.500,00 €
III.1.1.2	Escavação de terra semi-dura para abertura de caixas com 0,50m de profundidade e 0,30m de largura, para implantação de fundações de lancis, incluindo remoção, carga, transporte e descarga das terras seja dentro do perímetro da obra, a vazadouro ou para local a definir pela Fiscalização	37,50	m3	7,50 €	281,25 €
III.1.1.3	Escavação de terra semi-dura para abertura de caixas com 0,70m de profundidade e 0,80m de largura, para implantação de fundações de base da vedação da estação de abastecimento, incluindo remoção, carga, transporte e descarga das terras seja dentro do perímetro	168,00	m3	7,50 €	1.260,00 €
SUB-TOTAL					3.491,25
IV	PAVIMENTOS E LANCIS				
IV.1	Construção de Fundações				
IV.1.1	Execução de fundação em betão para implantação de Lancis e molduras de caldeiras, com 0.30x0.30m incluindo fecho de valas em terra semi-dura com carga, transporte e descarga de materiais sobantes a vazadouro ou para local a definir pela Fiscalização.	22,50	m3	100,00 €	2.250,00 €
IV.2	Colocação de Lancis				
IV.2.1	Fornecimento e assentamento de Lancil (0,13x0,23), em troços rectos, em cantaria calcária incluindo todos os trabalhos e fornecimentos necessários a um perfeito acabamento.	250,00	ml	15,00 €	3.750,00 €
IV.3	Colocação de Pavimentos				
IV.3.1	Construção de Tou-venant com 0,15m, para colocação de Pavimento em Calçadas Miudas de Calcário Vidraço, de acordo com pormenores incluindo regularização da caixa, compactação, rega, recalque, e todos os trabalhos necessários a um perfeito acabamento.	30,00	m3	30,00 €	900,00 €

IV.3.2	Construção de Tout-venant com 0,30m, para colocação de Pavimento em Calçadas Grossas de Calcário Vidraço, de acordo com pormenores incluindo regularização da caixa, compactação, rega, recalque, e todos os trabalhos necessários a um perfeito acabamento	120,00	m3	30,00 €	3.600,00 €
IV.3.4	Fornecimento e assentamento de Calçada de vidraço (0,06x0,06x0,06m), assente sobre almofada com 0,10 de espessura, de areia e cimento ao traço 1:5 sobre respectivo macadame de acordo com plantas e pormenores nas seguintes referências:				
	Côr Branca	200,00	m2	18,00 €	3.600,00 €
IV.3.5	Fornecimento e assentamento de Calçada Grossa de Calcário (0,11x0,11x0,11m), assente sobre almofada com 0,10 de espessura, de areia e cimento ao traço 1:5 sobre respectivo macadame de acordo com plantas e pormenores, nas seguintes referências::				
	Côr Branca	400,00	m2	25,00 €	10.000,00 €
SUB-TOTAL					14.100,00
V	MUROS				
V.1	Fundações				
V.1.1	Execução de fundação em betão simples, para base de vedação da estação de abastecimento, com as dimensões 0,20x0,35m, incluindo todos os trabalhos inerentes necessários a um perfeito acabamento,	26,25	m3	125,00 €	3.281,25 €
SUB-TOTAL					3.281,25
VI	SERRALHARIAS				
VI.1	Vedação				
VI.1.1	Execução de rede de protecção de campo de abastecimento, com 2,00m de altura em rede de fio de polipropileno entrançado, incluindo respectiva estrutura em tubo de aço galv., e cabos de fixação e todos os trabalhos necessários ao seu bom acabamento	1	vg	6.000,00 €	6.000,00 €
VI.2	Portões				
VI.2.1	Fornecimento e montagem de portão simples, com 1,90m de altura, em aço galv., incluindo fornecimento de materiais e todos os trabalhos inerentes necessários a um perfeito acabamento	2	un	200,00 €	400,00 €
SUB-TOTAL					6.400,00
VII	MOBILIÁRIO URBANO				
	Fornecimento e montagem de Mobiliário Urbano incluindo fundações e todos os trabalhos necessários a um perfeito acabamento.				

VII.1	Bebedouros				
VII.1.1	Fornecimento e montagem de Bebedouro em aço, tipo LARUS URBUS ou equivalente.	1	un	750,00 €	750,00 €
VII.2	Papeleiras				
VII.2.1	Fornecimento e montagem de papeleira em aço inox escovado, tipo FABRIGIMNO OSLO (UM035030), ou equivalente.	2	un	250,00 €	500,00 €
VII.3	Bancos				
VII.3.1	Fornecimento e montagem de Bancos com Costas, tipo FABRIGIMNO CHIADO REFº MU17081, ou equivalente.	2	un	950,00 €	1.900,00 €
SUB-TOTAL					3.150,00
VIII	REDE DE DRENAGEM PLUVIAL				
VIII.1	Tubagens e ligações				
VIII.1.1	Fornecimento e montagem do sistema de Tubagens em PVC de 4Kg, incluindo abertura e fecho de vala, sobre leito de areia de 0,10m, assim como execução de todas as ligações com devidos e respectivos acessórios e todos os trabalhos necessários a um perfeito acabamento.				
	200	50	ml	30,00 €	1.500,00 €
VIII.2	Caixas de ligação				
VIII.2.1	Execução de caixa de ligação, diâmetro 1m, com o corpo em anéis de betão, e aro e tampa em ferro fundido, incluindo fornecimento de materiais e e todos os trabalhos necessários a um perfeito acabamento.				
	1,5	1	un	200,00 €	200,00 €
VIII.3	Sumidouros				
VIII.3.1	Execução de sumidouro, 0,20x0,60m, com o corpo em alvenaria de tijolo, fundo em laje de betão, e aro e tampa em ferro fundido, incluindo fornecimento de materiais e e todos os trabalhos necessários a um perfeito acabamento.	2	un	120,00 €	240,00 €
VIII.4	Caleiras de drenagem				
VIII.4.1	Execução de caleiras com o corpo em betão, aro e grelha em ferro fundido, incluindo todos os trabalhos e fornecimentos necessários a um perfeito acabamento.	15	ml	100,00 €	1.500,00 €
SUB-TOTAL					3.440,00

IX	REDE DE DISTRIBUIÇÃO				
IX.1	Movimentação de terras				
IX.1.1	Escavação e tapamento de valas, 0.60X0.40, em terreno de qualquer natureza, incluindo baldeação para a superfície, escoramento se necessário, bombagem se necessário, e todos os trabalhos inerentes a um perfeito acabamento.	100	ml	2,00 €	200,00 €
IX.1.1	Escavação e tapamento de valas, 0.60X0.40, em terreno de qualquer natureza, incluindo baldeação para a superfície, escoramento se necessário, bombagem se necessário, incluindo reposição de danos e todos os trabalhos inerentes a um perfeito acabamento.	1500	ml	25,00 €	37.500,00 €
IX.2	Tubagens				
IX.2.1	Fornecimento e assentamento em vala de tubo de polietileno de alta densidade (PEAD), incluindo todos os acessórios necessários em polietileno reforçado com fibra de vidro, bem como vedação de juntas com produtos adequados, classe 10 Kg/cm ² , com os diâmetros:				
	90mm	150	ml	3,50 €	525,00 €
	32mm	50	ml	2,50 €	125,00 €
IX.2.2	Fornecimento e colocação de tubo PVC 110mm, 10Kg/cm ² para negativo.	30	ml	10,00 €	300,00 €
IX.3	Saídas de água				
IX.3.1	Fornecimento e montagem de Marcos de incêndio para abastecimento de autotanques, incluindo todos os acessórios para ligação às condutas.	2	un	100,00 €	200,00 €
IX.4	Válvulas				
IX.4.1	Fornecimento e montagem de electroválvula de ferro fundido de 3" incluindo conjunto de sondas de nível e todos os acessórios necessários para ligações à tubagem a montante e jusante.	1	un	150,00 €	150,00 €
IX.4.2	Fornecimento e montagem de válvulas-automáticas-de-controle com contador de fluxo ou equivalente, incluindo os acessórios necessários, nos seguintes diâmetros:..				
	90mm	2	un	250,00 €	500,00 €
IX.4.3	Fornecimento e montagem de válvulas-automáticas-de-controle sem contador de fluxo ou equivalente, incluindo os acessórios necessários, nos seguintes diâmetros:..				
	90mm	3	un	200,00 €	600,00 €
IX.4.4	Fornecimento e montagem de válvulas de passagem total, Tipo PN 25, ou equivalente, incluindo os acessórios necessários, nos seguintes diâmetros:..				
	32mm	3	un	30,00 €	90,00 €

IX.4.5	Fornecimento e montagem de válvulas de baioneta 3/4", anti-vandalismo, em bronze fosforado, incluindo todos os acessórios para tomada de água tipo Swift, bem como todos os acessórios necessários para a ligação à conduta. Tipo Rainbird 3 RC.	2	un	80,00 €	160,00 €
IX.5	Diversos				
IX.5.1	Fornecimento e assentamento de Caixa preta com tampa verde para válvulas, modelo "MAXI JUMBO" 102,5x68,9 cm, alt.= 45,7 cm, tipo Rainbird, ou equivalente	3	un	300,00 €	1.200,00 €
IX.5.2	Fornecimento de joelho orientável, 3/4"x3/4", tipo RAIN-BIRD SH-O, ou equivalente	2	un	100,00 €	200,00 €
IX.5.3	Fornecimento de chave de ligação, 3/4", para tomada roscada, tipo RAINBIRD 33DK, ou equivalente	2	un	68,00 €	136,00 €
SUB-TOTAL					41.886,00
X	Sistemas de bombagem				
X.1	Fornecimento e montagem de Grupo monobomba Grundfos mod. CR90 -1-1 com variador de velocidade e Diâmetro de saída DN100, incluindo sondas de nível e protecções térmicas e todos os acessórios necessários para ligações à tubagem a montante e jusante.	2	un	8.000,00 €	16.000,00 €
X.2	Fornecimento e montagem de Electrobombas submersíveis de 5" WILLOW 5, incluindo sondas de nível e protecções térmicas e todos os acessórios necessários para ligações à tubagem a montante e jusante.	1	un	700,00 €	700,00 €
X.3	Fornecimento e montagem de sistema de filtragem de areia incluindo bomba de circulação, bomba doseadora de desinfectante, sondas de nível, quadro eléctrico, protecções térmicas e todos os acessórios necessários para ligações à tubagem a montante e jusante	1	un	2.500,00 €	2.500,00 €
X.4	Fornecimento e montagem de bateria de radiação ultra-violeta incluindo ligação ao quadro eléctrico e todos os acessórios necessários para ligações à tubagem a montante e jusante.	1	un	500,00 €	500,00 €
X.5	Fornecimento e montagem de depósito em chapa metálica com diâmetro 7,5m e 3,35m de altura e com a capacidade de armazenamento de 150 m3 incluindo a instalação de sondas de nível dos diferentes grupos de bombagem, ligação ao sistema de filtragem e desinfecção.	1	un	10.000,00 €	10.000,00 €
SUB-TOTAL					29.700,00

XI	ILUMINAÇÃO PÚBLICA				
XI.1	Colocação de candeeiros de iluminação pública auto abastecidos por energia solar e luminárias de Led's incluindo abertura de cova, execução de cabouco de fixação, fixação e todos os acessórios necessários a um bom acabamento.	4	un	2.000,00 €	8.000,00 €
SUB-TOTAL					8.000,00
XII	SALA DAS MÁQUINAS				
XII.1	Construção de edifício, com movimento de terras para abertura das respectva fundações, construção das respectivas fundações e laje de pavimento, bem como respectivas estruturas metálicas e betão armado, incluindo o transporte, fornecimento e montagem de portões e respiradouros.	1	vg	10.000,00 €	10.000,00 €
SUB-TOTAL					10.000,00
TOTAL					129.198,50

PEÇAS DESENHADAS